



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Farmacia y Bioquímica

Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

Elaboración de una bebida alcohólica destilada a partir de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller procedente del distrito de San Bartolomé, Huarochirí-Lima

TESIS

Para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

AUTOR

Jon Ramiro Rosendo LIMA CLEMENTE

ASESOR

Gladys Constanza ARIAS ARROYO

Lima, Perú

2017



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Lima J. Elaboración de una bebida alcohólica destilada a partir de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller procedente del distrito de San Bartolomé, Huarochirí-Lima [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica; 2017.

56



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

8

136

Los Miembros del Jurado Examinador y Calificador de la Tesis titulada:

"Elaboración de una bebida alcohólica destilada a partir de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller
procedente del distrito de San Bartolomé-Huaroichiri, Lima"

Que presenta el Bachiller en Farmacia y Bioquímica:

JON RAMIRO ROSENDO LIMA CLEMENTE

Que reunidos en la fecha se llevó a cabo la **SUSTENTACIÓN** de la **TESIS**, y después de las respuestas satisfactorias a las preguntas y objeciones formuladas por el Jurado, y practicada la votación han obtenido la siguiente calificación:

DIECIOCHO (18) SOBRESALIENTE

en conformidad con el Art. 34.º del Reglamento para la obtención del Grado Académico de Bachiller en Farmacia y Bioquímica y Título Profesional de Químico Farmacéutico(a) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Lima, 09 de enero de 2017.

Dra. María Elena Salazar Salvatierra
Presidente

Dra. Yadira Fernández Jeri
Miembro

Q.F. Robert Dante Almonacid Román
Miembro

Q.F. Nelson Bautista Cruz
Miembro

FARMACIA Y BIOQUÍMICA

BIOQUÍMICA

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Jr. Puno N.º 1002, Jardín Botánico - Lima I - Perú
Tel.: (51) 328-4737 / 328-4739 Fax: (51) 619-7000 anexo 4819 - Ap. Postal 4559 - Lima I
E-mail: rectoria@unmsm.edu.pe <http://farmacia.unmsm.edu.pe>



DEDICATORIA

A mis queridos padres, los abogados Rosendo y Elcira, porque mi éxito es resultado de la formación que me dieron.

Con cariño a mi hermana Gabriela y demás familiares por compartir conmigo momentos inolvidables.

Y a mis mejores amigos por apoyarme en todo momento y acompañarme en mis logros.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Gladys Constanza Arias Arroyo por el apoyo brindado para el desarrollo de mi tesis.

A mi Facultad de Farmacia y Bioquímica y profesores, por la formación académica y aportes invaluable, que hicieron posible la realización de este trabajo de investigación.

Así también, por la revisión exhaustiva de mi tesis, a los miembros del jurado: Dra. María Elena Salazar Salvatierra, Dra. Yadira Fernandez Jerí, Dr. Robert Dante Almonacid Román y Dr. Nelson Bautista Cruz.

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo la elaboración de una bebida alcohólica destilada utilizando *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller “tuna”, procedente del distrito de San Bartolomé, Huarochirí, Lima – Perú. Del estudio fisicoquímico-bromatológico de la pulpa fresca de la tuna, se obtuvo los siguientes resultados expresados en g % de muestra fresca: 86,0 de humedad; 2,0 de fibra cruda; 0,1 de extracto etéreo; 0,4 de cenizas; 0,5 de proteínas; 11,0 de carbohidratos. Además, esta pulpa tuvo una acidez total de 0,044 g% ácido cítrico, un pH de 6,15 y 11° brix. Se propusieron 24 tratamientos de fermentación considerando 4 variables: el tipo de materia prima, la dilución, la concentración de levadura y el pH. Los parámetros de fermentación que permitieron el mayor rendimiento fueron pH 4,0, dilución 1:2 (pulpa: agua) y concentración de levadura 0,4 g/L. Luego de analizar la bebida alcohólica destilada obtenida con los parámetros de fermentación antes mencionados, según la NTP 211.001 (para elaboración de pisco), se encontró que esta bebida posee una graduación alcohólica de 48,00 %v/v y 0,05 g/L de extracto seco. Además, la bebida presentó los siguientes resultados expresados en mg/ 100 mL de alcohol anhidro: 11,10 de metanol; 0,00 de furfural; 367,32 de alcoholes superiores totales; 79,24 de acidez volátil; 13,73 de acetato de etilo y 52,75 de acetaldehído. La bebida alcohólica destilada obtenida cumple con todos los requisitos fisicoquímicos de la NTP 211.001 (para elaboración de pisco), con excepción del valor de alcoholes superiores totales.

Palabras clave: *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, tuna, fermentación, bebida alcohólica destilada.

SUMMARY

The purpose of this investigation was the elaboration of a distilled alcoholic beverage using *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller "tuna", from the district of San Bartolomé, Huarochirí, Lima - Peru. From the physicochemical-bromatological study of the fresh pulp of the tuna, we have the following results expressed in g% of fresh sample: 86.0 of humidity; 2.0 crude fiber; 0.1 ether extract; 0.4 ash; 0.5 protein; 11.0 carbohydrate. In addition, this pulp had a total acidity of 0.044 g% citric acid, a pH of 6.15 and 11° brix. In total, we have 24 fermentation treatments and 4 variables: the type of raw material, the dilution, the concentration of yeast and the pH. The fermentation parameters that produce the highest performance were pH 4.0, dilution 1:2 (pulp: water) and yeast concentration 0.4 g/L. After the analysis of the distilled alcohol beverage using the above fermentation parameters, it was found that this beverage has an alcoholic content of 48.00% v/v and 0.05 g/L of dry extract according to NTP 211.001 (for "pisco" manufacturing). In addition, the beverage had the following results expressed in mg/100mL of anhydrous alcohol: 11.10 methanol; 0.00 furfural; 367.32 of total higher alcohols; 79.24 volatile acidity; 13.73 ethyl acetate and 52.75 acetaldehyde. The distilled alcohol beverage obtained meets all the physico-chemical requirements of NTP 211.001 (for "pisco" manufacturing), except for the value of total higher alcohols.

Keywords: *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, tuna, fermentation, distilled alcoholic beverage.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Hipótesis..... | 2 |
| 1.2 Objetivo general | 2 |
| 1.3 Objetivos específicos | 2 |
| II. GENERALIDADES..... | 3 |
| 2.1 <i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Miller (“tuna”)..... | 3 |
| 2.1.1 Origen | 3 |
| 2.1.2 Usos..... | 4 |
| 2.1.3 Zonas de Producción | 9 |
| 2.1.4 Clasificación taxonómica | 11 |
| 2.1.5 Composición del fruto de tuna..... | 13 |
| 2.1.6 Mercado nacional e internacional..... | 16 |
| 2.2 Bebida alcohólica destilada | 18 |
| 2.2.1 Clasificación de las bebidas alcohólicas destiladas..... | 18 |
| 2.2.2 Composición del destilado | 20 |
| 2.2.3 Importancia económica del pisco | 27 |
| III. PARTE EXPERIMENTAL..... | 29 |
| 3.1 Materiales | 29 |
| 3.2 Metodología..... | 32 |
| 3.2.1 Recolección de frutos de tuna | 32 |
| 3.2.2 Lugar y periodo de la investigación | 32 |
| 3.2.3 Selección de frutos de tuna | 32 |
| 3.2.4 Análisis bromatológico del fruto de tuna..... | 33 |
| 3.2.5 Producción de la bebida alcohólica destilada | 35 |
| 3.2.5.1 Lavado y escaldado | 37 |
| 3.2.5.2 Preparación de la materia prima | 37 |
| 3.2.5.3 Mezcla..... | 39 |
| 3.2.5.4 Inoculación de levadura | 39 |

| | |
|---|----|
| 3.2.5.5 Fermentación | 39 |
| A) Diseño estadístico | 40 |
| B) Análisis estadístico | 40 |
| C) Muestreo | 41 |
| D) Evaluación de los parámetros de fermentación | 43 |
| 3.2.5.6 Destilación | 44 |
| A) Análisis organoléptico..... | 45 |
| B) Análisis fisicoquímico | 45 |
| 3.4.3.7 Envasado | 46 |
| IV. RESULTADOS | 47 |
| 4.1 Análisis morfológico, bromatológico y fisicoquímico..... | 47 |
| 4.1.1 Análisis morfológico del fruto de tuna..... | 47 |
| 4.1.2 Análisis bromatológico y fisicoquímico del fruto de tuna..... | 48 |
| 4.1.3 Análisis fisicoquímico de la materia prima | 49 |
| 4.2 Evaluación de los parámetros de fermentación | 49 |
| 4.2.1 Control de pH..... | 49 |
| 4.2.2 Control de acidez total..... | 53 |
| 4.2.3 Control de sólidos solubles | 59 |
| 4.2.4 Control de azúcares reductores directos | 63 |
| 4.2.5 Control de azúcares reductores totales | 69 |
| 4.2.6 Tiempo de fermentación..... | 75 |
| 4.2.7 Control del grado alcohólico | 76 |
| 4.3 Evaluación de la bebida alcohólica destilada obtenida | 78 |
| V. DISCUSIONES..... | 80 |
| VI. CONCLUSIONES | 85 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 86 |
| VIII. RECOMENDACIONES..... | 92 |
| IX. ANEXOS..... | 93 |

I. INTRODUCCIÓN

En Perú, las especies de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller “tuna” están mayormente distribuidas en los departamentos de Lima, Arequipa y Ayacucho. Estas plantas producen una gran variedad de frutos de diferentes colores y tamaños que difieren en su composición fisicoquímica-bromatológica. El fruto maduro de color rojo, procedente de San Bartolomé, Huarochirí- Lima, en promedio, pesa 175 g, 67% del fruto es parte comestible, su pulpa presenta 11° Brix, 6,15 de pH y 0,044 g ácido cítrico/100g de acidez total. *Opuntia ficus-indica indica* (L.) Miller es la especie de la familia “Cactaceae” de mayor importancia económica, ya que los frutos de la “tuna” son usados como materia prima en la manufactura de productos derivados como bebidas no-alcohólicas (jugos, extractos, jarabes), bebidas alcohólicas (licores, destilados), polvos, tabletas, mermeladas, geles, aceites, etc. En esta investigación, se evaluó los parámetros de fermentación de 24 tratamientos, a los cuales se les aplicó previamente un tratamiento térmico (100°C por 5 minutos), porque según Arrizon, Calderón y Sandoval (2006), este tratamiento térmico permitió controlar eficazmente la contaminación microbiana, mejorar el desarrollo de las levaduras en el fermentado de pulpa de tuna y obtener una bebida alcohólica destilada con mayor cantidad de compuestos volátiles positivos.⁽¹⁾ Finalmente, se destiló el tratamiento con los parámetros de fermentación que permitieron obtener el mayor rendimiento, para luego obtener y evaluar la bebida alcohólica destilada.

1.1 Hipótesis

Se puede elaborar una bebida alcohólica destilada a partir de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller procedente del distrito de San Bartolomé, Huarochirí, Lima.

1.2 Objetivo general

Obtener y evaluar una bebida alcohólica destilada a partir de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller.

1.3 Objetivos específicos

- Determinar los parámetros de fermentación que permitan obtener el mayor rendimiento en la fermentación de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller.
- Destilar el fermentado para la obtención de la bebida alcohólica destilada.
- Evaluar la bebida alcohólica destilada obtenida a partir de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, tomando como referencia la NTP 211.001 (para elaboración de pisco).

II. GENERALIDADES

2.1 *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller (“tuna”)

2.1.1 Origen

Según estudios filogenéticos, la planta *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller se originaría en la zona central de México. Su domesticación comenzó en México, donde se ha reportado el consumo de sus frutos por la cultura Maya, así mismo, existe evidencia del uso de dicha planta por la cultura Nazca en Perú, por ello se deduce que existió una dispersión biogeográfica de dicha planta desde México hacia otras culturas pre-colombinas de América. Luego, a finales del siglo XV, los viajeros europeos propagaron dicha planta hacia las zonas del Mediterráneo y el norte de África, y posteriormente a las demás zonas áridas y semiáridas del mundo ⁽²⁾.

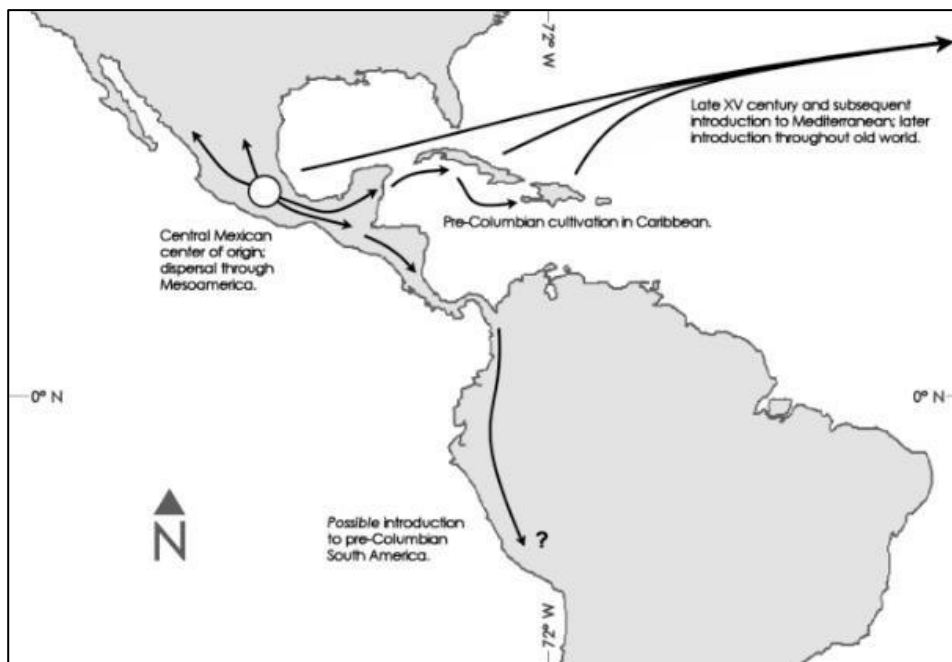


Figura N° 1: Dispersión biogeográfica de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller.

Fuente: Griffith (2004) ⁽²⁾.

La planta *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller se adapta muy bien a zonas áridas y semiáridas del mundo debido a su metabolismo. Esta especie pertenece a la familia “Cactaceae”, la cual tiene la capacidad de realizar el ciclo CAM (metabolismo ácido de las crusaláceas), cuyo mecanismo presenta dos fases: I y II. La fase I ocurre de noche, en esta fase la célula vegetal abre sus estomas, incorpora el CO₂ y lo usa para la producción de ácidos (principalmente ácido málico) que son almacenados en sus vacuolas. La fase II ocurre de día, aquí los estomas se cierran reduciendo la pérdida de agua, así mismo, el ácido málico es llevado al citoplasma y sufre una descarboxilación, el CO₂ liberado es incorporado posteriormente al ciclo de Calvin en el cloroplasto de las células ⁽³⁾.

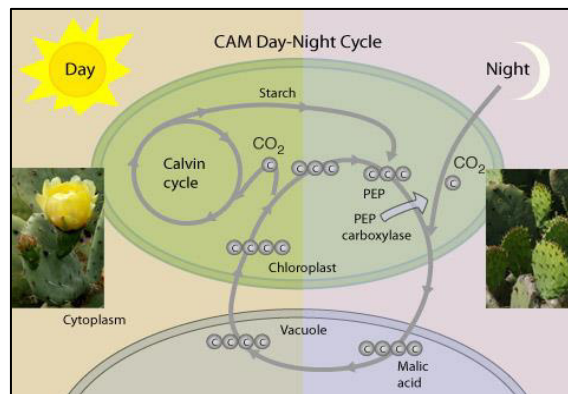


Figura N° 2: Ciclo CAM de la planta *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller.

Fuente: Villalobos (2001) ⁽³⁾.

2.1.2 Usos

La tuna, cuyo nombre científico es *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, se usa como materia prima en la manufactura de productos derivados como bebidas no-alcohólicas, bebidas alcohólicas, polvos, tabletas, mermeladas, geles, aceites, etc.

a) Productos tradicionales

En México, existen productos tradicionales como el “queso de tuna”, el cual está hecho de “melcocha” de tuna, y para mejorar su sabor se le puede agregar pasas, nueces o manís ⁽⁴⁾. Otro producto tradicional mexicano es el “colonche” que es una bebida alcohólica obtenida a partir de frutos rojos de tuna y es consumida desde épocas pre-colombinas. El “colonche” presenta un grado alcohólico de 4-6°GL, es dulce, viscoso, y debe ser consumida inmediatamente después de su fermentación ya que puede presentar un tiempo de vida media de 2-3 días ⁽⁵⁾.

b) Bebidas no-alcohólicas de tuna

Las industrias alimentarias que usan los frutos de tuna como materia prima ofrecen una variedad de productos líquidos como jugos, extractos, jarabes, etc. Particularmente en la manufactura de jugos de tuna, se debe monitorizar la esterilización, así también parámetros fisicoquímicos como el color, sabor, olor, pH y acidez. Por ejemplo, las betalaínas que son los pigmentos de la tuna son termosensibles y por ello dependen de la temperatura y del tiempo de calentamiento que se aplique. Así mismo, las industrias aseguran la inocuidad de estos jugos de tuna aplicando mejores técnicas como la esterilización en frío y la microfiltración ⁽⁶⁾. Los jugos de tuna se pueden convertir en jarabes aplicando procesos como la hidrólisis enzimática, filtración y evaporación. Saenz et al. (1996) obtuvieron un jarabe de tuna de 60 grados Brix, a_w de 0,83 y una viscosidad de 27,1 cps ⁽⁷⁾.



Figura N° 3: a) Jugo orgánico de tuna, b) Extracto de tuna, c) Jarabe de tuna.

c) Bebidas alcohólicas de tuna

La manufactura de licores de tuna consiste en la maceración de los frutos de tuna por varios días, luego se filtra y finalmente se agrega azúcar y agua, hasta obtener el grado alcohólico deseado, así mismo, el color del licor puede depender del color de la pulpa del fruto de tuna. Existen industrias como la destiladera “Fratelli Russo” de Italia que ofrece un licor de tuna con un grado alcohólico de 25°GL ⁽⁸⁾, el grupo agroindustrial "Teotihuacano OMTEC" de México lo ofrece a 15°GL ⁽⁹⁾ y la empresa “Licores Chicome” de México lo ofrece a 17°GL ⁽¹⁰⁾.



Figura N° 4: a) Licor de tuna “Rosolio di Ficodindia dell’Etna” de 500 mL. b) Licor de tuna "Teotihuacano" de 750 mL. c) Licor de tuna "Ámbar" de 750 mL.

Por otro lado, ciertas industrias manufacturan otro tipo de bebidas alcohólicas aplicando procesos como la destilación. Estas bebidas alcohólicas presentan mayor graduación alcohólica que los licores de tuna mencionados líneas arriba. En este grupo tenemos al aguardiente de tuna que es producto de la destilación de fermentados de tuna. El destilado obtenido puede ser “reposado” en barriles de roble brindándole con el tiempo otras propiedades organolépticas al producto. Por ejemplo, la empresa mexicana “Bodegas Hacienda La Jaula S.A. de C.V.” ofrece un aguardiente de tuna reposado con un grado alcohólico de 40°GL ⁽¹¹⁾.



Figura N° 5: Aguardiente de tuna “El Gran Tunal” de 750 mL.

d) Productos sólidos

Los frutos de tuna pueden ser usados como materia prima en la manufactura de polvos y tabletas, para el caso de polvos están involucrados procesos como el secado, la tritución y la pulverización, mientras que para las tabletas, la mezcla y el tableteado. Por ejemplo, la

empresa norteamericana “Prickly Pear Products, LLC” ofrece polvos y tabletas de tuna, los cuales poseen macronutrientes importantes como las fibras y antioxidantes como las betalaínas ⁽¹²⁾.



a)

b)

Figura N° 6: a) Polvo de frutos de tuna, b) Tabletas masticables de frutos de tuna.

e) Productos semisólidos y otros

Los frutos de tuna también son utilizados en la manufactura de mermeladas. Sawaya et al. (1983) obtuvieron una mermelada con un 20% de pulpa de tuna y una proporción pulpa: azúcares de 60:40. Empresas como “Transformadora Mexicana de Nopal” manufactura una mermelada de tuna cuya formulación presenta 48% de fruto de tuna, miel de agave, ácido cítrico, almidón y benzoato de sodio ⁽¹³⁾.



Figura N° 7: Mermeladas de tuna de 350 g y 210 g.

Otro producto semisólido derivado de los frutos tuna puede ser los geles. Saenz et al. (1996), obtuvieron un gel usando 35-40% de pulpa de tuna. Así también, estos frutos son importantes en la obtención de pigmentos (betalaínas), los cuales se pueden obtener en polvos o jugos concentrados. Por ejemplo, Saenz et al. (2000), determinaron 100mg de betalaínas/ 100g de jugo concentrado, estos pigmentos fueron usados como aditivo en la manufactura de yogurts, sin afectar ni el aroma ni el sabor de dichos productos ⁽¹⁴⁾. Finalmente, se pueden usar las semillas de la tuna en la obtención de aceites. Por ejemplo, la empresa “Bio Source Naturals” ofrece un aceite base extraído de las semillas de los frutos de tuna, el cual es rico en ácidos grasos como el omega 6 ⁽¹⁵⁾.



Figura N° 8: Aceite base extraído de las semillas del fruto de tuna.

2.1.3 Zonas de Producción

Según Anderson et al. (2002), México es el principal productor de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller con una producción anual de 345,000 t y una superficie cosechada de 70,000 ha. En la zona Mediterránea, Italia es el productor más importante con una producción anual de 70,000 t y una superficie cosechada de 15,000 ha. En Sudáfrica, la producción

anual fue de 8,000 t y una superficie cosechada de 1,000 ha ⁽¹⁶⁾. Por otra parte, según Flores-Flores (2004), se registró en el Perú un rendimiento promedio anual de 6.15 t/ ha durante el periodo 1980-2002 ⁽¹⁷⁾ y según Avendaño et al. (2008), en el año 2005, se registró una producción anual de 64,594 t y una superficie cosechada de tuna de 12,030 ha. Las zonas de mayor producción son los departamentos de Lima, Arequipa y Ayacucho; las de regular producción son Apurímac y Huancavelica y las menor producción son Piura, Lambayeque, Cajamarca, La Libertad, Ancash, Ica, Moquegua y Tacna. ⁽¹⁸⁾



Figura N° 9: Zonas de producción de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller en el Perú.

Fuente: Ministerio de Agricultura- DGIA, 2006 y mapeo regional, Solid Perú, 2007.

Elaboración: Solid Perú, 2007.

2.1.4 Clasificación taxonómica

La “tuna” es una palabra que proviene de la lengua Taína (del pueblo indígena caribeño Taíno) que significa “fruto del cactus”; sin embargo, el nombre más difundido de este fruto fue “higo de las Indias”, que en latín es *ficus indica* ⁽¹⁹⁾. La “tuna” tiene la siguiente clasificación según el sistema de clasificación de Cronquist (1988):

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Caryophyllidae

Orden: Caryophyllales

Familia: Cactaceae

Género: *Opuntia*

Especie: *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller

Opuntia ficus-indica (L.) Miller es una planta de 1.7 – 3 m de altura, cuyos cladodios (pencas) tienen forma elíptica principalmente, longitud 27 – 63 cm, ancho 14 – 63 cm, grosor 1– 3 cm y puede presentar hasta 10 flores por cladodio. Los pericarpelos de la flor tienen una longitud de 3.8 – 7.5 cm. Los frutos presentan una longitud de 5 – 10 cm, diámetro 4 – 7 cm y los colores de su cáscara pueden ser verde, amarillo, amarillo-rojizo, rojo o morado ⁽²⁰⁾. La reproducción de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller puede ser sexual o asexual (propagación vegetativa), así mismo, el tiempo de desarrollo desde capullo de flor hasta fruto maduro puede ser de 45 – 154 días ⁽²¹⁾.

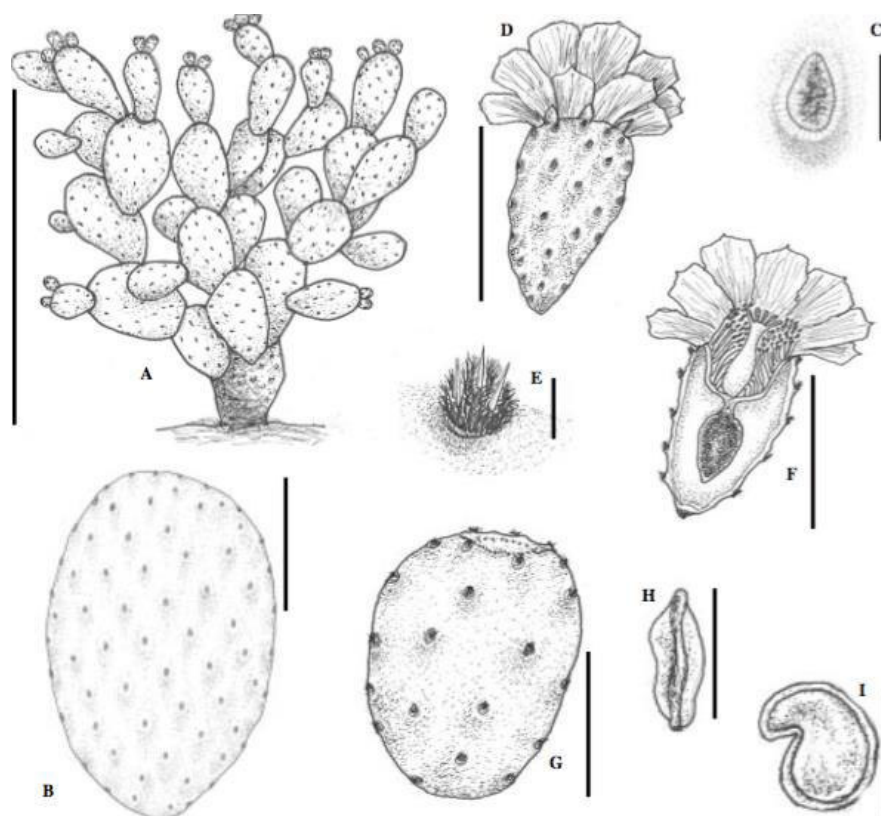


Figura N° 10: Características morfológicas de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller.

A = hábito; B = cladodio; C = areola del cladodio; D = flor; E = areola de la flor; F = sección longitudinal de la flor; G = fruta; H = vista dorsal de la semilla; I = vista ventral de la semilla. Barras = 1 m (A), 10 cm (B), 5 mm (C, E), 4cm (D,F), 5 cm (G), 4 mm (H, I).

Fuente: Hernández, Reyes y Aguirre (2005).



Figura N° 11: Fruto maduro de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, variedad roja, de cultivos procedentes del distrito de San Bartolomé, Huarochirí, Lima – Perú.

2.1.5 Composición del fruto de tuna

Según Tomás et al. (2012), se encontró diferencias en los resultados del screening fitoquímico y el análisis bromatológico de la pulpa de frutos de tuna de las variedades blanca, roja y morada, procedentes de Huamanga, Ayacucho, Perú (ver Tablas N° 1 y N° 2) ⁽²²⁾.

Tabla N° 1: Screening fitoquímico de la pulpa de los frutos de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller.

| Compuesto | Tuna blanca | Tuna roja | Tuna morada |
|-------------|-------------|-----------|-------------|
| Saponinas | +++ | + | + |
| Taninos | + | + | + |
| Flavonoides | +++ | ++ | +++ |
| Cumarinas | + | +++ | ++ |
| Alcaloides | ++ | + | ++ |

+++ (cantidad apreciable), ++ (poca cantidad), + (pequeña cantidad).

Fuente: Tomás et al. (2012).

Tabla N° 2: Análisis bromatológico de la pulpa de los frutos de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller.

| Análisis | Tuna blanca | Tuna roja | Tuna morada |
|---------------|-------------|-----------|-------------|
| Humedad | 88.77 | 86.94 | 88.34 |
| Grasa | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| Cenizas | 0.30 | 0.38 | 0.35 |
| Proteínas | 0.45 | 0.39 | 0.57 |
| Fibra Total | 0.42 | 0.61 | 0.68 |
| Carbohidratos | 10.04 | 11.67 | 10.05 |
| Grados Brix | 9.5° | 12.7° | 9.7° |

Unidad: g/100g de pulpa.

Fuente: Tomás et al. (2012).

Tabla N° 3: Composición fisicoquímica de los frutos de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller.

| | |
|---|--|
| Peso | 67 – 216 g |
| Composición en peso | <ul style="list-style-type: none">• Pulpa 39 – 64%• Cáscara 36 – 48%• Semillas 3 – 7% |
| Color de la pulpa | Blanco, amarillo, anaranjado, rojo, morado |
| Principales pigmentos | <ul style="list-style-type: none">• Indicaxantina (prolina-betaxantina)• Ácido γ-aminobutírico - betaxantina• Muscarina VII (histidina-betaxantina)• Vulgaxantina I (glutamina-betaxantina) |
| Pigmentos (mg/kg) | 66 – 1140 |
| pH | 5.6 – 6.5 |
| Acidez total (g/L) | 0.5 – 1.1 (principalmente ácido cítrico) |
| Sólidos solubles totales | 12 – 17 |
| Azúcares totales (g/L) | 100 – 130 (principalmente glucosa, fructuosa) |
| Aminoácidos principales | Prolina, taurina, glutamina, serina |
| Minerales principales | Calcio, magnesio |
| Vitamina principal | Vitamina C |
| Compuesto fenólicos principales | Quercetina, kaempferol, isorhamnetina |
| Hidrocoloides | Mezclas complejas de ramnogalacturonano y al menos 50% son sustancias no pépticas |
| Lípidos principales | Ácidos linoleico, palmítico, oleico, γ -linolénico (omega 6) , α -linolénico (omega 3) |
| Esteroles principales | β -sitosterol, campesterol |
| Lípidos totales (mg/Kg en base seca) | 8.7 |
| Compuestos aromáticos | <ul style="list-style-type: none">• 2-(E/Z)-2,6-nonadien-1-ol• 2-metil butanoato de metilo |

Fuente: Feugang et al. (2006), Matsuhiro et al. (2006), Piga (2004), Ramadan and Mörsel (2003), Sáenz-Hernández (1995), Stintzing et al. (2005) ⁽⁶⁾.

Las variedades de frutos de tuna tienen diferentes concentraciones de compuestos aromáticos (alcoholes, aldehídos, ésteres, terpenos, otros) de acuerdo a su variedad. Las variedades roja, amarilla y blanca presentan mayor concentración de 2-hexen-1-ol (E) y 2-nonen-1-ol (E), los cuales brindan un aroma a melón o pepinillo. Asimismo, la variedad amarilla presenta mayor concentración de 2-metil butanoato de metilo con respecto a las variedades roja y blanca (ver Tabla N°4) ⁽²³⁾.

Tabla N° 4: Perfil volátil de 3 variedades de frutos de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, procedentes del valle Belice, Sicilia.

| RI | Compound | Red (RIC%) | Yellow (RIC%) | White (RIC%) |
|------|---|---------------|------------------|-----------------|
| 911 | Butanoic acid, methyl ester | | 3.48 | |
| 1001 | Butanoic acid, 2-methyl-, methyl ester | 0.12 | 9.1 | 0.35 |
| 1083 | Hexanal | | | 0.13 |
| 1116 | Benzene, 1,2-dimethyl | | | 0.11 |
| 1125 | β-Myrcene | 0.51 | 0.83 | 0.59 |
| 1165 | Hexanoic acid, methyl ester | 0.78 | 2.96 | 0.20 |
| 1180 | Eucalyptol | 0.23 | 0.63 | |
| 1237 | Unknown | | 1 | 3.5 |
| 1244 | β-Ocimene | 0.67 | 0.97 | 0.72 |
| 1275 | 3-Pentenoic acid, 3-methyl-, methyl ester | | 1.11 | |
| 1279 | 3-Hexenoic acid, methyl ester | 1.19 | 3.84 | 0.36 |
| 1285 | Acetic acid, hexyl ester | 4.34 | 3.81 | 1.52 |
| 1301 | Heptanoic acid, methyl ester | 0.38 | 0.6 | |
| 1321 | 3-Hexenoic Acid, ethyl ester | 0.29 | | |
| 1331 | 4-Hexen-1-ol, acetate | 1.1 | 0.75 | 0.50 |
| 1349 | 2-Hexen-1-ol, acetate | 5.58 | 8.1 | 4.36 |
| 1368 | 1-Hexanol | 13.7 | 6.6 | 14.37 |
| 1391 | 3-Hexen-1-ol | 1.13 | 1.02 | 3.15 |
| 1401 | Octanoic acid, methyl ester | 3.63 | 5.53 | |
| 1420 | Octanal | 3.6 | | 10.69 |
| 1428 | 2-Hexen-1-ol (E) | 16.3 | 15.99 | 19.50 |
| 1459 | Octanoic acid, ethyl ester | 0.31 | 0.25 | |
| 1517 | Nonanoic acid, methyl ester | 0.33 | 0.58 | |
| 1567 | Linalol | 3.02 | 1.8 | 2.24 |
| 1576 | 1-Octanol | 0.91 | | 0.51 |
| 1612 | Decanoic acid, methyl ester | 2.27 | 2.29 | 2.14 |
| 1631 | 4-Decenoic acid, methyl ester | 8.2 | 9.25 | 4.26 |
| 1666 | 1,9-Nonanediol | 3.10 | 1.24 | 1.57 |
| 1687 | (6Z)-Nonen-1-ol | 1.09 | 0.63 | 1.23 |
| 1694 | 1-Dodecanol | 2.15 | 0.73 | 1.48 |
| 1722 | 2-Nonen-1-ol (E) | 21.93 | 13.98 | 16.95 |
| 1765 | 3,6-Nonadien-1-ol | | | 0.94 |
| 1788 | 2,6-Nonadien-1-ol | 3.14 | 2.93 | 8.63 |
| | TOTAL | 100 | 100 | 100 |

RI: índice de retención. Fuente: Agozzino et al (2005).

2.1.6 Mercado nacional e internacional

Según Avendaño et al. (2008), la principal demanda de tuna peruana se da en los mercados de abastos y minoristas informales de Lima. Por otro lado, con respecto al mercado internacional, Perú exporta mayor cantidad de derivados de tuna que el fruto mismo, siendo las exportadoras más importantes: Agroindustrias AIB, Agrícola Athos y Pronatur. En el período 2002 – 2006, del total de exportaciones de tuna y derivados, se obtuvo lo siguiente: 85% - “jugo de tuna”, 9% - otros productos derivados de tuna y 6% - fruto fresco ⁽¹⁸⁾.

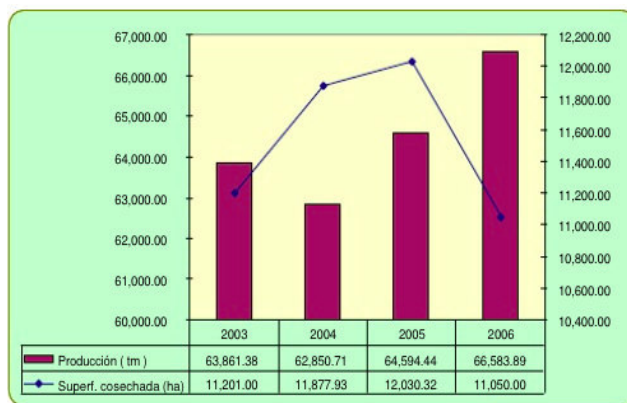


Figura N° 12 : Producción de tuna en el Perú, 2003-2006.

Fuente: Ministerio de Agricultura-DGIA, 2006. Elaboración: Solid Perú, 2007.

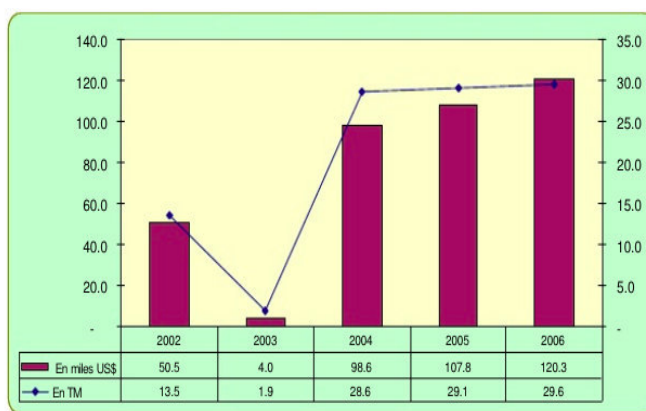


Figura N° 13: Exportaciones de tuna y derivados en el Perú, 2002-2006.

Fuente: SUNAT-ADUANAS, 2007. Elaboración: Solid Perú, 2007.

En los últimos años, las exportaciones de tuna como fruto fresco pasaron de 0.703 t (en 2014) a 1.016 t (en 2015), creciendo así un 45%. En este período 2014-2015, la variedad roja de tuna ocupó el primer lugar en las exportaciones, seguido de la variedad blanca, así también, estas exportaciones se realizaron en los meses del año de mayor cosecha de tuna (diciembre – abril).

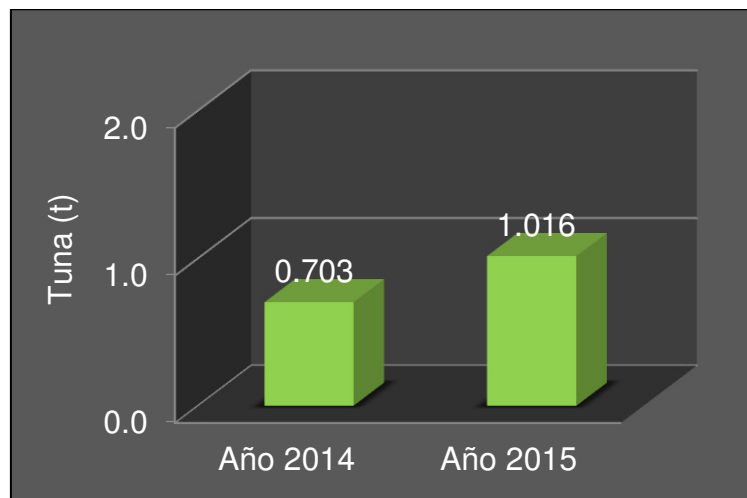


Figura N° 14 : Exportaciones de tuna como fruto fresco, periodo 2014-2015.

Fuente: Veritrade Business, 2016. Elaboración: Propia.

2.2 Bebida alcohólica destilada

La bebida alcohólica destilada obtenida en esta investigación se elaboró a partir de fermentados de frutos de tuna. Asimismo, las bebidas alcohólicas destiladas o aguardientes se clasifican de acuerdo a la materia prima base usada en su elaboración ⁽²⁴⁾.

2.2.1 Clasificación de las bebidas alcohólicas destiladas

a) **Aguardiente de residuos de uva:** destilados obtenidos a partir de hollejos de uva fermentados, son secos, ásperos y presentan una graduación alcohólica de 45 - 65 °GL. Pueden ser usados como base en la preparación de aguardientes de frutas.

a.1) Orujo (España): destilado joven incoloro o envejecido de color ligeramente ámbar.

a.2) Grappa (Italia): puede ser macerado con plantas aromáticas.

a.3) Marc (Francia) ⁽²⁴⁾

b) **Aguardiente de vino:** destilados cuya calidad depende de la composición del vino, la destilación y el envejecimiento.

b.1) Brandy: se denomina brandies a los aguardientes de vino en forma genérica.

b.2) Cognac: brandy que se obtiene a partir de uvas de la región La Charante (Cognac, Francia). Son envejecidos en barriles de roble (Tronçais o Limousin) durante 2 años como mínimo.

b.3) Armagnac: brandy que se obtiene a partir de uvas de la región El Armagnac, Francia.

b.4) Fine: brandie frances no acogido a la “denominación de origen” (cognac y armagnac).

b.5) Brandy de Jerez: brandy español acogido a la “denominación de origen”. Puede tener envejecimiento mayor a 3 años.⁽²⁴⁾

b.6) Pisco: aguardiente joven, incoloro, elaborado a partir de mostos frescos de 8 variedades de uva (Quebranta, Negra Criolla, Mollar, Uvina, Italia, Moscatel, Albilla y Torontel), presenta una graduación alcohólica de 38 - 48 °GL. Clasificación: pisco puro (mostos de una variedad de uva pisquera), pisco mosto verde (fermentación interrumpida de mostos) y pisco acholado (mezcla de mostos de uvas pisqueras aromáticas y/o no aromáticas).⁽²⁵⁾

c) Aguardiente de sustancias azucaradas

c.1) Calvado: aguardiente elaborado a partir de manzanas de Normandía, Francia, son envejecidos en barriles de roble (Limousin) durante 2 años, presenta una graduación alcohólica de 45 °GL.

c.2) Ron: aguardiente elaborado a partir de la caña de azúcar (jugo de caña de azúcar, jarabe concentrado de jugo de caña, melazas de la caña de azúcar). Clasificación: blanco (ron joven, no envejecido, sin adición de caramelo), dorado (ron con adición de caramelo) y viejo (ron envejecido 3 años como mínimo).

c.3) Tequila: aguardiente mexicano acogido a la “denominación de origen”, es elaborado a partir del “corazón o piña” del maguey. Clasificación: joven (blanco), reposado (envejecido 3 meses) y añejo (envejecido 1 año).

c.4) Aguardiente de frutas: elaborado a partir de jugos de fruta. Las frutas deben tener una maduración óptima antes de su fermentación. Se pueden envejecer, si el fabricante lo desea. Las frutas como las cerezas, ciruelas y duraznos son muy utilizadas; sin embargo, también se pueden emplear frutas como las peras, moras, frambuesas, etc. ⁽²⁶⁾ En esta investigación, se elaboró un aguardiente a partir de frutos de “tuna”.

d) Aguardiente de sustancias que transforman el almidón en azúcar

d.1) Vodka: elaborado a partir de cereales (cebada, maíz, centeno, trigo) o papa, puede ser aromatizado con frutas, especias, hierbas, etc.

d.2) Ginebra: elaborado a partir de cereales (cebada, maíz, centeno), puede ser aromatizado con las bayas del “Enebro”, cilantro, cardamomo, alcaravea, etc, presenta una graduación alcohólica de 35 – 45 °GL.

d.3) Whisky: aguardiente elaborado a partir de cereales (cebada, maíz, centeno y cebada malteada). Clasificación: whisky escocés, whisky irlandés y whisky americano. ⁽²⁶⁾

2.2.2 Composición del destilado

Un proceso importante en la obtención de bebidas alcohólicas destiladas es la fermentación alcohólica, que es la transformación de glucosa en etanol y dióxido de carbono en condiciones anaeróbicas. Por otro lado, también se descomponen proteínas y otros compuestos presentes en el

mosto formando ácidos carboxílicos, aldehídos, ésteres, alcoholes superiores, etc. En esta investigación, se utilizó la levadura *Saccharomyces cerevisiae* para realizar la fermentación alcohólica, esta levadura requiere además de nutrientes, condiciones adecuadas de temperatura, pH y oxigenación al inicio de la fermentación ⁽²⁷⁾.

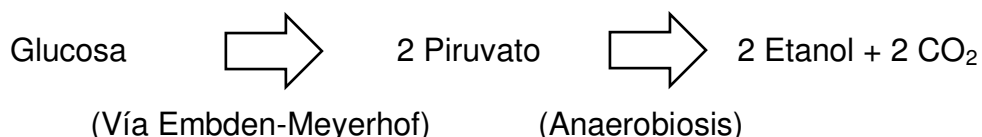


Figura N° 15: Fermentación alcohólica en levaduras.

Fuente: Fajardo y Sarmiento (2008).

La destilación es un proceso que consiste en calentar un líquido, utilizando un equipo adecuado, para luego condensar sus compuestos volátiles, el orden para obtenerlos será de acuerdo a sus puntos de ebullición. Para el caso de las bebidas alcohólicas destiladas, el etanol (78,3°C) por tener menor punto de ebullición, se obtendrá antes que el agua (100°C). Por ello, la bebida destilada es una mezcla de agua, etanol y otros compuestos volátiles, estos últimos representan alrededor del 1% del total de la mezcla, varios de estos compuestos volátiles son responsables del aroma y sabor agradable del producto; sin embargo, existen otros que producen un sabor desagradable y pueden llegar incluso a ser tóxicos en altas concentraciones ⁽²⁸⁾:

- Ácidos: el ácido acético representa el 95% de la acidez volátil y aporta un aroma a vinagre, los destilados con concentración

elevada de este compuesto volátil tendrán un aroma desagradable y pueden indicar contaminación por bacterias. Asimismo, otros ácidos que en exceso pueden generar un destilado desagradable son el ácido butírico y propiónico ⁽²⁸⁾.

- Aldehídos: el acetaldehído pasa en su totalidad al destilado y en concentraciones elevadas brindan un aroma desagradable al destilado. Otro aldehído importante es el furfural, generado a partir de azúcares residuales por un calentamiento prolongado, este compuesto volátil otorga olor a quemado al destilado ⁽²⁸⁾.
- Alcoholes: metanol, etanol y alcoholes superiores (más de 2 átomos de carbono). El etanol brinda un aroma y sabor agradable. El metanol puede ser producido a partir de pectinas, se considera un compuesto tóxico, por ello su concentración es restringida a ciertos valores. La producción de alcoholes superiores (alcoholes propílicos, butíricos y amílicos) está ligada al metabolismo de los aminoácidos. La mayoría otorga aromas agradables; sin embargo una cantidad excesiva puede indicar una inadecuada fermentación. El glicerol es un derivado de la fermentación alcohólica y también puede ser formado en la destilación a partir de grasas ⁽²⁸⁾.
- Esteres: encontramos ésteres acéticos que pueden brindar un aroma a manzana, fresa y plátano; ésteres etílicos, a frutas

exóticas y ésteres fenólicos a frambuesa. El acetato de etilo se puede formar tanto en la fermentación como durante la destilación. La diferencia con respecto a los ésteres que se producen, puede depender del tipo de levadura que realiza la fermentación ⁽²⁸⁾.

Asimismo, podemos dividir a los compuesto volátiles de acuerdo a su fase de producción ⁽²⁹⁾:

- Sustancias de aroma primario: generadas a partir de la variedad del fruto.
- Sustancias de aroma secundario: generadas durante la fermentación.
- Sustancias generadas durante la destilación.
- Sustancias generadas durante el envejecimiento del destilado.

En esta investigación se obtuvo una “bebida alcohólica destilada de tuna” por destilación discontinua, la cual consiste en partir el destilado en cabeza, cuerpo y cola, para luego descartar la cabeza y la cola y quedarse con el cuerpo. Cada una de estas partes tiene diferente composición química. Según Hidalgo, Hatta y Palma (2016), en la elaboración del “pisco”, se pueden obtener los siguientes compuestos volátiles de acuerdo a la etapa en la que se destilan ⁽²⁹⁾:

Tabla N° 9: Compuestos volátiles generados durante la destilación y obtención del pisco.

| Compuestos volátiles | De cabeza | De cuerpo | De cola |
|----------------------|---|--|--|
| Positivos | Ésteres (acetato de hexilo, acetato de 2-feniletilo, butirato de etilo, hexanoato de etilo, decanoato de etilo, dodecanoato de etilo), terpenos (linalol, óxidos de linalol y nerol). | Acetato de 3-feniletilo, terpenos (hotrienol, α -terpineol, linalol). | Ésteres (lactato de etilo, succinato de dietilo), 2-feniletanol. |
| Negativos | Aldehídos, acetato de etilo, alcoholes superiores (propanol, isobutanol, hexanol, butanol, amílico, isoamílico), homólogos saturados de hexanol (cis-3-hexeno-1-ol, trans-2-hexeno-1-ol, trans-3-hexeno-1-ol), metanol. | Ácido isobutírico, metanol. | Furfural, ácido butírico, metanol. |
| Neutros | — | — | Ácido hexanoico, ácido octanoico, ácido decanoico. |

Fuente: Hidalgo, Hatta y Palma (2016).

Factores como la variedad del fruto a fermentar, grado de madurez del fruto, especie de levadura, tratamiento térmico, etc influyen en el fermentado y posteriormente en el destilado. Para Arrizon, Calderón y Sandoval (2006), que realizaron un estudio de estos factores en la producción de una “bebida alcohólica destilada de tuna”, el factor tratamiento térmico, aplicado previamente a la fermentación, mejoró el desarrollo de las levaduras, porque se incrementó los niveles de azúcares y aminoácidos por hidrólisis y se redujo la contaminación microbiana inicial, lo cual mejoró el desarrollo de las levaduras inoculadas. Asimismo, a los fermentados que se les aplicó tratamiento térmico, generaron destilados con menor concentración de ácido acético,

con respecto a los que no se les aplicó, por ello este factor también mejora el perfil volátil del destilado, debido a que el ácido acético brinda un olor desagradable al producto ⁽¹⁾.

Se pueden emplear falcas, alambiques simples o alambiques con calienta vinos como equipos en la elaboración del pisco, destilando el vino sin sus borras, porque estas pueden modificar el aroma del pisco. Los alambiques están hechos de cobre, el cual es un buen conductor del calor y es resistente a la corrosión. El alambique simple está compuesto por la paila (caldero), el capitel, el cuello de cisne y el serpentín (condensador). El vino es colocado en la caldera, los vapores circulan a través del capitel, luego al cuello de cisne y finalmente al serpentín donde es finalmente condensado. El alambique con calienta vinos presenta además un calentador entre la paila y el serpentín. El calentador contiene también un serpentín por el cual pasan los vapores, provenientes del cuello de cisne, intercambiando calor con el mosto depositado ahí, luego los vapores son condensados en el serpentín condensador ⁽²⁸⁾.

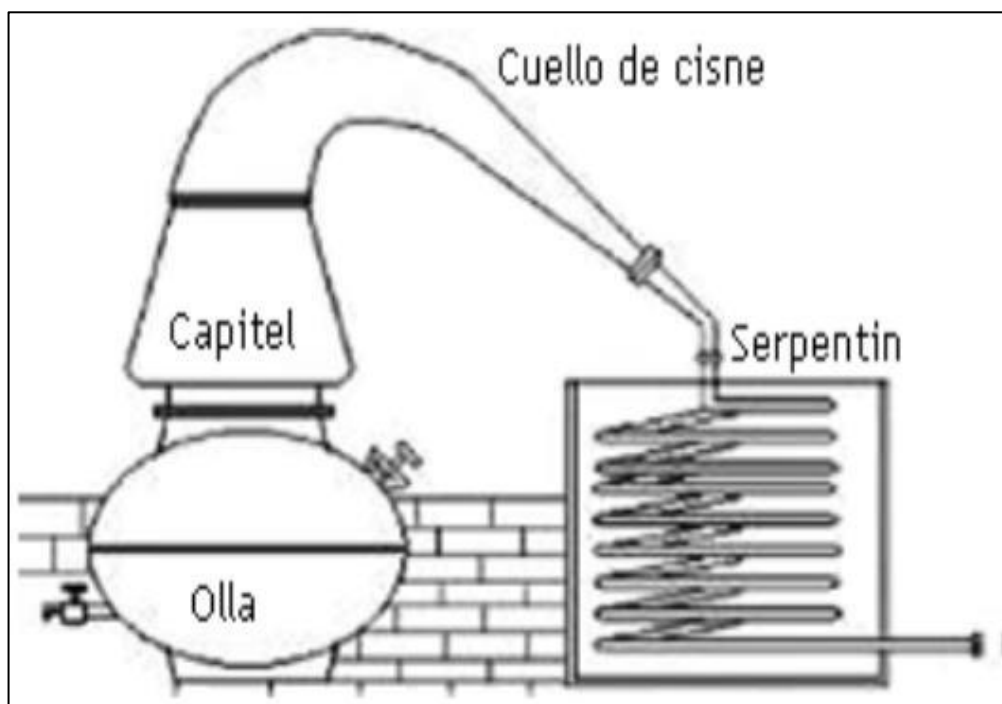


Figura N° 16: Alambique simple.

Fuente: NTP 211.001.

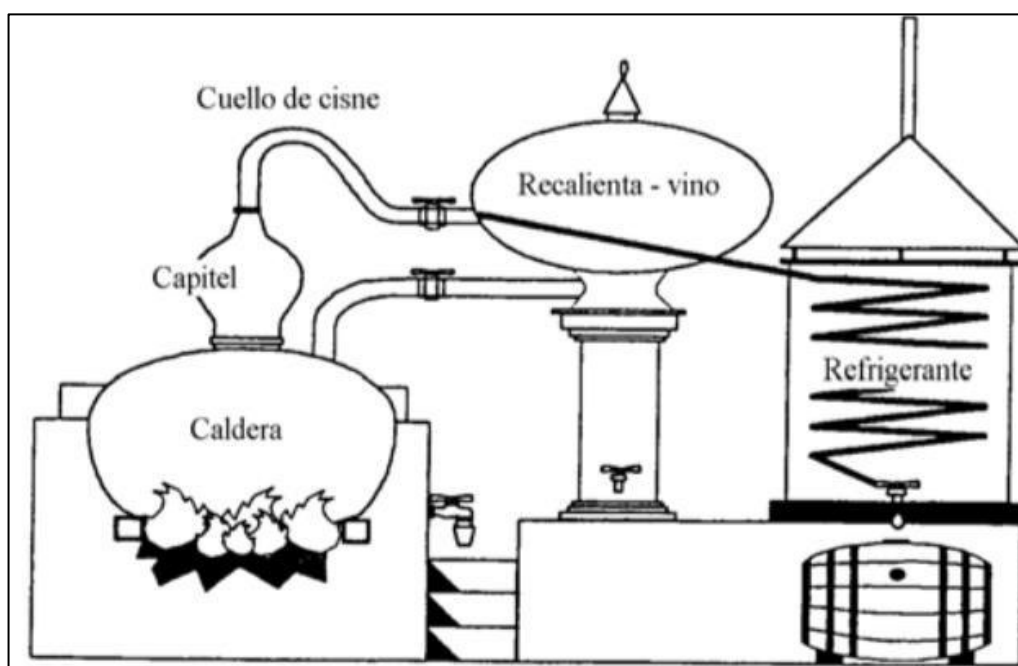


Figura N° 17: Alambique con calienta vinos.

Fuente: NTP 211.001.

2.2.3 Importancia económica del pisco

Las exportaciones de pisco se han incrementado en los últimos años, pasando de 804 488 L (en 2014) a 1 061 483 L (en 2015), creciendo así las exportaciones un 32%. Estados Unidos y Chile son los países que más importan pisco en la actualidad. En el periodo enero 2014 – mayo 2016, las exportaciones a USA alcanzaron 5 838 912 US\$ (valor FOB), mientras que a Chile llegaron a 5 608 307 US\$ (valor FOB).

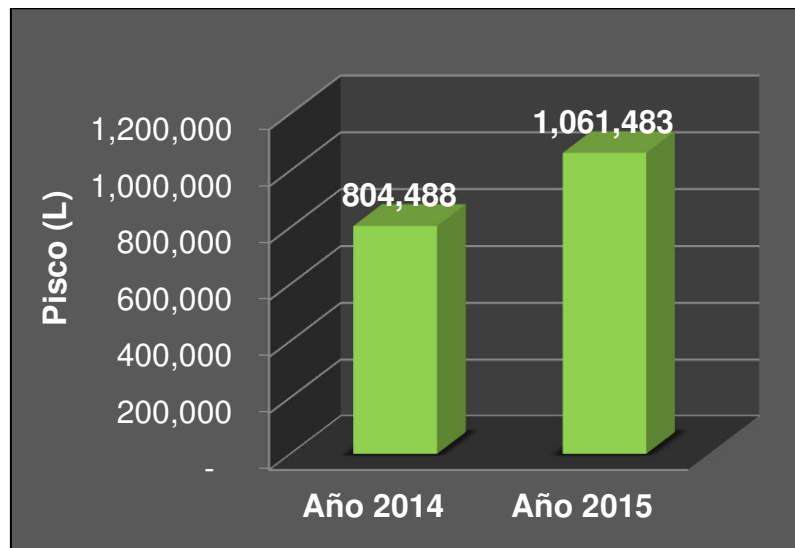


Figura N° 18: Exportaciones de pisco en el Perú, 2014-2015.

Fuente: Veritrade Business, 2016. Elaboración: Propia.

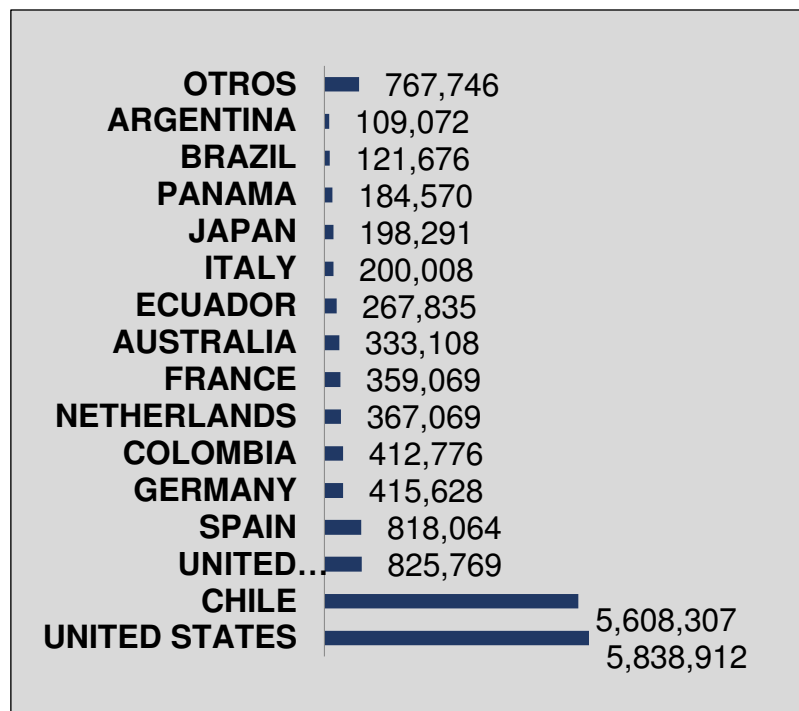


Figura N° 19: Países importadores de pisco, 2014-2016.

FOB = Free On Board. Fuente: Veritrade Business, 2016. Elaboración: Propia.

III. PARTE EXPERIMENTAL

3.1 Materiales

Materia prima inicial

- *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller “tuna” roja y madura, procedente del distrito de San Bartolomé, Huarochirí, Lima, Perú.

Aditivos

- Azúcar blanca
- Acido cítrico (uso enológico)
- Metabisulfito de potasio (Winy®)

Levadura

- *Saccharomyces cerevisiae* (variedad *Bayanus*) (Maurivin™)

Materiales

- Balón Kjeldahl 500 mL
- Colador genérico con malla de acero inoxidable diámetro 8”
- Crisoles
- Desecador de vidrio con plato de porcelana diámetro 150 mm
- Embudo Buchner diámetro 89 mm
- Manguera de latex diámetro 6 mm
- Matraz Erlenmeyer Pirex 500 mL
- Matraz Kitasato Bomex 1000 mL
- Papel filtro genérico
- Piceta

- Placas Petri de borosilicato diámetro 60 mm
- Probeta Bomex 100 mL \pm 1 mL
- Recipientes de polipropileno de 2 L con tapa y caño
- Recipientes de polipropileno de 8 L con tapa y caño
- Soporte universal
- Tubos Falcón 50 mL

Equipos

- Alcoholímetro Boeco BOE 2940, rango de 0-100% v/v
- Aparato de destilación: Matraz Erlenmeyer Giardino 5000 mL, Trampa Kjeldahl 100 mL, Condensador de bolas 300 mm.
- Balanza analítica Electronic Scale YP1003, capacidad 100 g, sensibilidad 0,01 g
- Bureta de borosilicato 50 mL, llave de teflón, graduación de 0.1 mL
- Cocina eléctrica de una hornilla Finezza
- Cromatógrafo de gases Agilent serie 7890, detector FID
- Estufa Memmert, rango de 30-150 °C
- Licuadora Oster
- Mufla Reles, rango de 0-1500 °C
- pH metro Hanna HI 98103, rango de 0.00-14.00 pH, resolución 0.01 pH, precisión \pm 0.2.
- Refractómetro digital Hanna HI 96801, rango de 0-85 Brix, resolución 0.1 Brix, precisión \pm 0.2.
- Sistema de extracción Soxhlet
- Termómetro, rango de 0-100 °C, sensibilidad 1 °C

Reactivos

- Ácido clorhídrico Q.P.
- Ácido sulfúrico Q.P.
- Carbón activado
- Éter de petróleo
- Ferrocianuro de potasio
- Hidróxido de sodio
- Solución de acetato de plomo 25%
- Solución de ácido sulfúrico 0,1 N
- Solución de azul de bromotimol 1%
- Solución de azul de metileno 1%
- Solución de fenolftaleína 0,1%
- Solución de glucosa 0,5%
- Solución de hidróxido de sodio 0,1 N
- Solución de hidróxido de sodio 30%
- Solución de rojo de metilo 0,1%
- Sulfato de cobre pentahidratado
- Sulfato de potasio
- Tartrato de sodio y potasio

3.2 Metodología

3.2.1 Recolección de frutos de tuna

Los frutos de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller fueron recolectados en el mes de mayo del 2015 de cultivos del distrito de San Bartolomé, Huarochirí, Lima, Perú. El clima durante esta época del año en dicho distrito de Lima es cálido, se registró una temperatura de $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y un porcentaje de humedad relativa del $35\% \pm 5\%$.

3.2.2 Lugar y periodo de la investigación

La investigación se desarrolló en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM.

3.2.3 Selección de frutos de tuna

Se seleccionaron los frutos de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller “tuna” de acuerdo a los siguientes criterios:

- a) Rojo
- b) Maduro
- c) Forma ovalada
- d) Longitud de 10 cm aproximadamente
- e) Separar los que presentan daños apreciables

3.2.3.1 Determinación de dimensiones

Se determinó el diámetro y longitud promedio de 20 frutos de tuna, previamente lavados y secados.

3.2.3.2 Determinación del peso promedio

Se determinó el peso promedio de 20 frutos de tuna, previamente lavados y secados. La parte comestible de dichos frutos (pulpa - semillas) fue separada del pericarpio, luego se determinó el peso promedio de ambas partes y el porcentaje en peso de pulpa-semillas y pericarpio por unidad de fruto de tuna.

3.2.4 Análisis bromatológico del fruto de tuna

3.2.4.1 Determinación de Humedad

- Método: Gravimétrico (A.O.A.C. 2012) ⁽³⁰⁾
- Fundamento: Deshidratación por secado en estufa a 105 °C hasta obtener un peso constante.

3.2.4.2 Determinación de Cenizas

- Método: Calcinación (A.O.A.C. 2012) ⁽³⁰⁾
- Fundamento: Destrucción de la materia orgánica por calcinación y determinación gravimétrica del residuo.

3.2.4.3 Determinación de Proteína

- Método: Kjeldahl (A.O.A.C. 2012) ⁽³⁰⁾
- Fundamento: Digestión de proteínas con ácido sulfúrico Q.P. y catalizadores, formándose sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoníaco, el cual se destila y se recibe

en una solución ácida, el exceso de ácido es titulado con una solución alcalina estandarizada.

3.2.4.4 Determinación de Extracto etéreo

- Método: De Soxhlet (A.O.A.C. 2012) ⁽³⁰⁾
- Fundamento: Extracción con éter de petróleo y determinación gravimétrica del residuo.

3.2.4.5 Determinación de Fibra Cruda

- Método: Digestión (A.O.A.C. 2012) ⁽³⁰⁾
- Fundamento: Digestión con una solución ácida, luego con una solución alcalina y determinación gravimétrica del residuo.

3.2.4.6 Determinación de Carbohidratos

- Método: Matemático (A.O.A.C. 2012) ⁽³⁰⁾
- Fundamento: Diferencia entre el 100% y la suma porcentual de humedad, cenizas, proteínas, extracto etéreo y fibra cruda.

3.2.5 Producción de la bebida alcohólica destilada

Se planteó una serie de procesos para la producción de una bebida alcohólica destilada a partir de frutos de tuna: recolección de los frutos de tuna, selección de los frutos de tuna, lavado y escaldado, preparación de la materia prima, mezcla, inoculación de levadura, fermentación, destilación y envasado. Asimismo, se realizaron controles en dichos procesos: control de temperatura (durante el tratamiento térmico); control de grados Brix, pH (durante la mezcla); control de temperatura (durante la inoculación de levadura); control de grados Brix, pH, acidez total, azúcares reductores directos, azúcares reductores totales (durante la fermentación); control del grado alcohólico (durante la destilación) y control de apariencia (durante el envasado).

(Ver siguiente página)

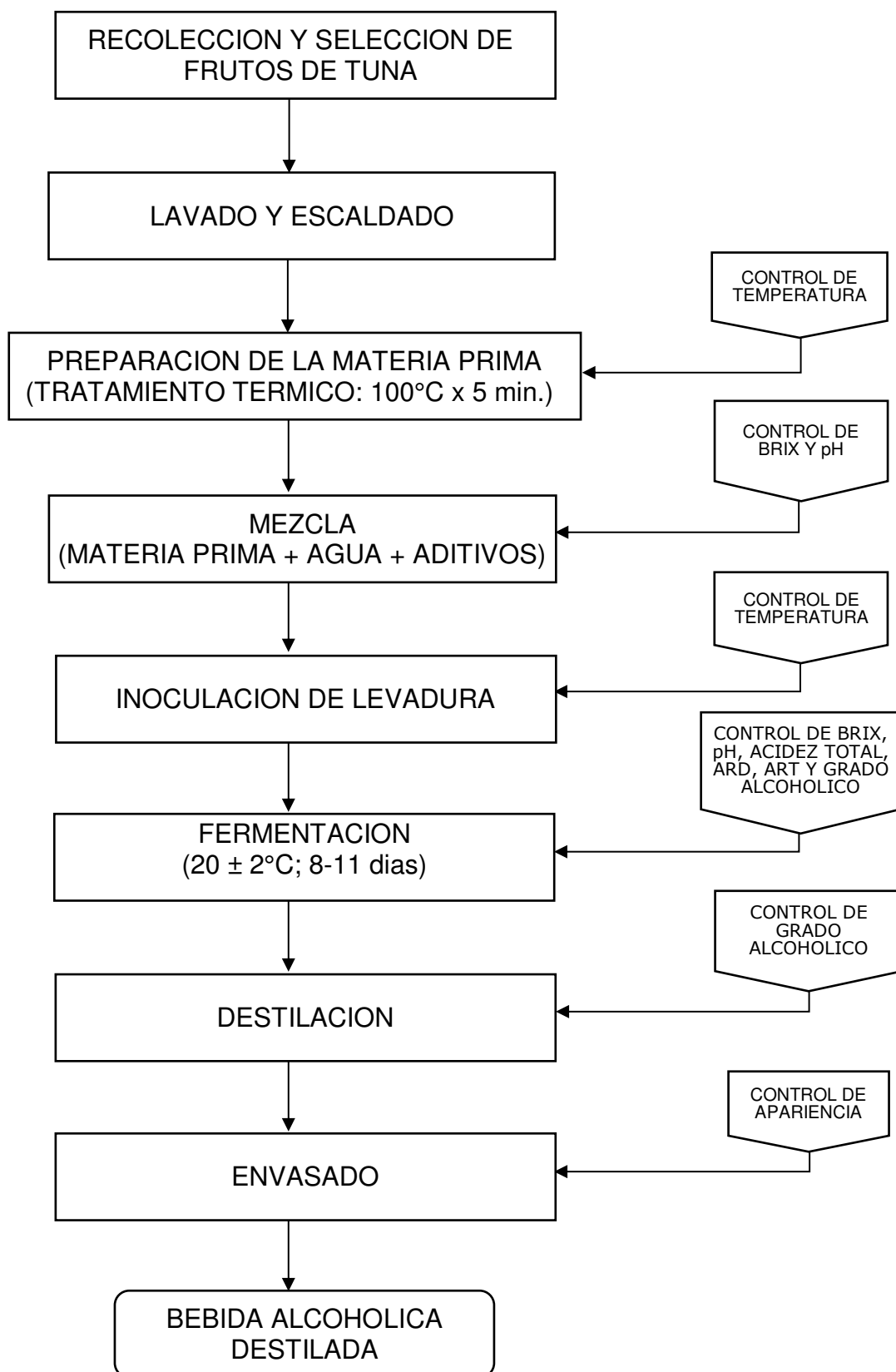


Figura N° 22: Flujograma del proceso de manufactura de una bebida alcohólica destilada a partir de frutos de tuna.

3.2.5.1 Lavado y escaldado

Se lavaron los frutos de tuna con abundante agua, asimismo se realizó un escobillado de dichos frutos. Luego, se procedió a realizar el escaldado de los mismos, sumergiendo dichos frutos de tuna en agua hirviendo por 1 1/2 minutos.

3.2.5.2 Preparación de la materia prima

Luego del proceso de escaldado de los frutos de tuna, se usaron dichos frutos para la preparación de dos tipos de materia prima:

- a) Pulpa de tuna.
- b) Pulpa de tuna con cáscara.

Para la preparación de a) pulpa de tuna, primero se hizo el pelado de los frutos de tuna, luego el licuado de la pulpa y finalmente se aplicó un tratamiento térmico a 100 °C por 5 minutos. Por otro lado, para la preparación de b) pulpa de tuna con cáscara, se hizo un licuado del fruto de tuna en su totalidad (pulpa y cáscara) y luego se aplicó un tratamiento térmico a 100 °C por 5 minutos. Se observó mayor degradación de los pigmentos rojos en la “pulpa de tuna” que en la “pulpa de tuna con cáscara” (ver Anexos N° 6 y 7).

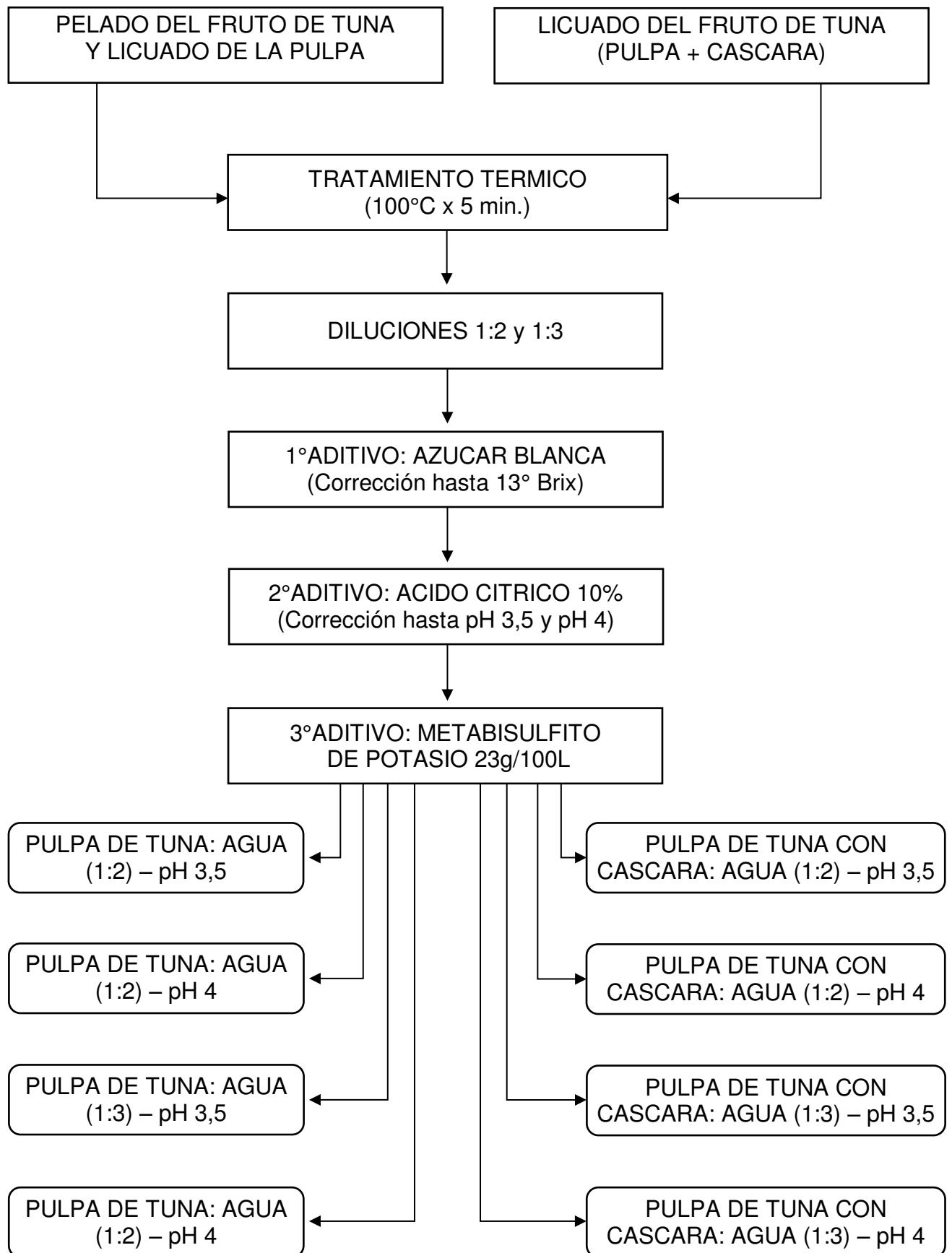


Figura N° 23: Flujograma de preparación de la materia prima.

3.2.5.3 Mezcla

Luego del tratamiento térmico, la dos materia prima a) pulpa de tuna y b) pulpa de tuna con cáscara fueron diluidas con agua hervida en las proporciones de 1:2 y 1:3. Después, se agregó azúcar blanca (sacarosa) hasta obtener 13° grados Brix. Luego, se agregó ácido cítrico 10% hasta tener un pH 3,5 y 4. Finalmente, se procedió con la adición de metabisulfito de potasio 23 g/100 L.

3.2.5.4 Inoculación de levadura

Se preparó dosis de levadura *Saccharomyces cerevisiae* 0.2, 0.3 y 0.4 g/ L de medio y se llevó a baño María (35°C) para su activación. Luego, se dejó reposar por 15 minutos a temperatura ambiente. Finalmente, se inoculó la levadura acondicionada al tratamiento correspondiente.

3.2.5.5 Fermentación

La fermentación se realizó a $20 \pm 2^\circ\text{C}$ en recipientes de polipropileno de 2L de capacidad con 1,5 L de tratamiento. Se propusieron un total de 24 tratamientos por duplicado. Las determinaciones realizadas diariamente fueron: °Brix, acidez total y pH. Así mismo, las determinaciones realizadas al inicio y final de la fermentación fueron: azúcares reductores directos y azúcares reductores totales. Finalmente, se realizó la determinación del grado alcohólico al final de la fermentación de los tratamientos que consumieron mayor cantidad de azúcares reductores directos y totales.

A) Diseño estadístico

En la fermentación, se utilizó un diseño estadístico factorial, las variables estudiadas fueron las siguientes:

➤ Variables independientes:

- Materia prima: pulpa de tuna y pulpa de tuna con cáscara.
- Concentración de levadura (g/L): 0,2; 0,3 y 0,4.
- Dilución: 1:2 y 1:3.
- pH inicial: 3,5 y 4.

➤ Variables dependientes.- son las siguientes variables cuantitativas:

- Sólidos solubles totales (Grados Brix)
- Azúcares reductores directos
- Azúcares reductores totales
- Grado alcohólico

B) Análisis estadístico

Se realizó el ANOVA y Tukey para la media de los valores de acidez total, azúcares reductores directos y azúcares reductores totales al final de la fermentación, usando el software estadístico MINITAB versión 16.

C) Muestreo

El muestreo de los tratamientos se realizó cada 24 horas hasta el final de la fermentación. Para ello, primero se limpió con alcohol etílico 95% el caño del recipiente que contiene cada tratamiento, luego se homogenizó y finalmente se muestreó 25 mL aproximadamente en un tubo falcón limpio.

(Ver siguiente página)

Tabla N° 10: Descripción de los 24 tratamientos de acuerdo a sus variables.

| VARIABLES | | <p>D1 = Pulpa de tuna: agua (1:2)</p> <p>D2 = Pulpa de tuna: agua (1:3)</p> <p>D3 = Pulpa de tuna con cáscara: agua (1:2)</p> <p>D4 = Pulpa de tuna con cáscara : agua (1:3)</p> <p>L1 = 0,2g/L (Dosis de Levadura)</p> <p>L2 = 0,3g/L (Dosis de Levadura)</p> <p>L3 = 0,4g/L (Dosis de Levadura)</p> <p>P1 = pH 3,5</p> <p>P2 = pH 4</p> |
|--------------|---------------|--|
| TRATAMIENTOS | | |
| T1 | D1L1P1 | Pulpa de tuna: agua (1:2) + Levadura 0,2 g/L + pH 3,5 |
| T2 | D1L1P2 | Pulpa de tuna: agua (1:2) + Levadura 0,2 g/L + pH 4 |
| T3 | D1L2P1 | Pulpa de tuna: agua (1:2) + Levadura 0,3 g/L + pH 3,5 |
| T4 | D1L2P2 | Pulpa de tuna: agua (1:2) + Levadura 0,3 g/L + pH 4 |
| T5 | D1L3P1 | Pulpa de tuna: agua (1:2) + Levadura 0,4 g/L + pH 3,5 |
| T6 | D1L3P2 | Pulpa de tuna: agua (1:2) + Levadura 0,4 g/L + pH 4 |
| T7 | D2L1P1 | Pulpa de tuna: agua (1:3) + Levadura 0,2 g/L + pH 3,5 |
| T8 | D2L1P2 | Pulpa de tuna: agua (1:3) + Levadura 0,2 g/L + pH 4 |
| T9 | D2L2P1 | Pulpa de tuna: agua (1:3) + Levadura 0,3 g/L + pH 3,5 |
| T10 | D2L2P2 | Pulpa de tuna: agua (1:3) + Levadura 0,3 g/L + pH 4 |
| T11 | D2L3P1 | Pulpa de tuna: agua (1:3) + Levadura 0,4 g/L + pH 3,5 |
| T12 | D2L3P2 | Pulpa de tuna: agua (1:3) + Levadura 0,4 g/L + pH 4 |
| T13 | D3L1P1 | Pulpa de tuna con cáscara: agua (1:2) + Levadura 0,2 g/L + pH 3,5 |
| T14 | D3L1P2 | Pulpa de tuna con cáscara: agua (1:2) + Levadura 0,2 g/L + pH 4 |
| T15 | D3L2P1 | Pulpa de tuna con cáscara: agua (1:2) + Levadura 0,3 g/L + pH 3,5 |
| T16 | D3L2P2 | Pulpa de tuna con cáscara: agua (1:2) + Levadura 0,3 g/L + pH 4 |
| T17 | D3L3P1 | Pulpa de tuna con cáscara: agua (1:2) + Levadura 0,4 g/L + pH 3,5 |
| T18 | D3L3P2 | Pulpa de tuna con cáscara: agua (1:2) + Levadura 0,4 g/L + pH 4 |
| T19 | D4L1P1 | Pulpa de tuna con cáscara: agua (1:3) + Levadura 0,2 g/L + pH 3,5 |
| T20 | D4L1P2 | Pulpa de tuna con cáscara: agua (1:3) + Levadura 0,2 g/L + pH 4 |
| T21 | D4L2P1 | Pulpa de tuna con cáscara: agua (1:3) + Levadura 0,3 g/L + pH 3,5 |
| T22 | D4L2P2 | Pulpa de tuna con cáscara: agua (1:3) + Levadura 0,3 g/L + pH 4 |
| T23 | D4L3P1 | Pulpa de tuna con cáscara: agua (1:3) + Levadura 0,4 g/L + pH 3,5 |
| T24 | D4L3P2 | Pulpa de tuna con cáscara: agua (1:3) + Levadura 0,4 g/L + pH 4 |

D) Evaluación de los parámetros de fermentación

Las mediciones se realizaron por duplicado.

D.1) Determinación de pH

- Método: Potenciométrico
- Fundamento: Medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en la muestra mediante un aparato medidor de pH previamente calibrado.

D.2) Determinación de acidez total

- Método: Titulación (A.O.A.C. 2012) ⁽³⁰⁾
- Fundamento: Los ácidos presentes en la muestra son neutralizados con una solución alcalina estandarizada.

D.3) Determinación de sólidos solubles

- Método: Refractométrico
- Fundamento: Medición del cambio de dirección de los rayos de luz mediante un refractómetro.

D.4) Determinación de azúcares reductores directos y totales

- Método: Lane y Eynon (A.O.A.C. 1997)
- Fundamento: Reducción en caliente del Cu^{+2} por parte de los azúcares reductores. Para el caso de los azúcares reductores totales, se realiza una hidrólisis ácida previamente.

D.5) Determinación de grado alcohólico

- Método: Destilación
- Fundamento: Destilar la muestra y medir el grado alcohólico de 100 cm³ de muestra con un alcoholímetro de Gay-Lussac a 20°C.

3.2.5.6 Destilación

Se destiló un lote de 18 L del tratamiento con los parámetros de fermentación que permitieron obtener el mayor rendimiento en cuanto a la producción de alcohol. El aparato de destilación estuvo conformado por un matraz Erlenmeyer de 5L acoplado a una “trampa” Kjeldahl, un refrigerante y una cocina eléctrica de un plato. Se separó el destilado en “cabeza”, “cuerpo” y “cola”, asimismo se hizo un corte de “cabeza” del 2%. La “cabeza” se obtuvo en los primeros 10 minutos y el “cuerpo” en los siguientes 50 minutos. La “cabeza” empezó a los 90°C y culminó a los 93°C, mientras que el “cuerpo” empezó a los 93°C y culminó a los 96°C. La graduación alcohólica del “cuerpo” fue de 48,0 %v/v. La parte intermedia del destilado, es decir el “cuerpo”, fue la bebida alcohólica destilada obtenida.

A) Análisis organoléptico

- Método: NTP 211.001 – requisitos organolépticos
- Fundamento: Valoración cualitativa basada en la percepción de los sentidos.
 - ✓ Aspecto: claro, límpido y brillante.
 - ✓ Color: incoloro.
 - ✓ Olor: ligeramente alcoholizado y otros.
 - ✓ Sabor: ligeramente alcoholizado y otros.

B) Análisis fisicoquímico

- Método: NTP 211.001 – requisitos fisicoquímicos (cromatografía de gases)
- Fundamento: Separación y cuantificación de compuestos volátiles por intercambio entre fase móvil y fase estacionaria.

Se cuantificó los siguientes compuestos volátiles de la bebida alcohólica destilada obtenida por cromatografía de gases:

- ✓ Formiato de etilo
- ✓ Acetato de etilo
- ✓ Acetato de isoamilo
- ✓ Furfural
- ✓ Acetaldehído
- ✓ Metanol
- ✓ Propanol
- ✓ Isopropanol

- ✓ Butanol
- ✓ Isobutanol
- ✓ Alcohol amílico
- ✓ Alcohol isoamílico

3.4.3.7 Envasado

A partir de 18 L del tratamiento del tratamiento con los parámetros de fermentación que permitieron obtener el mayor rendimiento en cuanto a la producción de alcohol, se obtuvo una bebida alcohólica destilada, la cual se envasó en 2 botellas de vidrio transparentes de 750 mL y se dejó reposar por 3 meses, para luego cuantificar sus componentes volátiles y congéneres.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis morfológico, bromatológico y fisicoquímico

4.1.1 Análisis morfológico del fruto de tuna

Los resultados obtenidos con respecto a las dimensiones de los frutos de tuna que se usaron en la parte experimental fueron:

Tabla N° 11: Dimensiones del fruto de tuna (n=20).

| | Diámetro | Longitud |
|-----------|-----------------|-----------------|
| \bar{x} | 6,2 cm | 8,8 cm |
| s | 0,71 | 1,06 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar)

Asimismo, al analizar el porcentaje en peso obtenemos que por cada unidad de fruto de tuna: 67.2% correspondió a pulpa-semillas y 32.8% correspondió a pericarpio.

Tabla N° 12: Porcentaje en peso de pulpa-semillas y pericarpio por unidad de fruto de tuna (n=20).

| | Peso | Pulpa-semillas | Pericarpio |
|-----------|-------------|-----------------------|-------------------|
| \bar{x} | 175 g | 117,6 g (67,2 %) | 57,4 (32,8 %) |
| s | 7,07 | 0,53 | 0,32 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar)

4.1.2 Análisis bromatológico y fisicoquímico del fruto de tuna

Se realizó el análisis bromatológico y fisicoquímico de los frutos maduros de tuna variedad roja, procedentes del distrito de San Bartolomé, Huarochirí – Lima.

Tabla N° 13: Análisis bromatológico de la parte comestible (pulpa-semillas) del fruto de tuna.

| Análisis | Resultado (g/100g) |
|-----------------|-------------------------------|
| Humedad | 86,0 |
| Cenizas | 0,4 |
| Proteína | 0,5 |
| Extracto etéreo | 0,1 |
| Fibra cruda | 2,0 |
| Carbohidratos | 11,0 |

Tabla N° 14: Características fisicoquímicas de la pulpa de tuna.

| | pH | Acidez total | Sólidos solubles totales |
|-----------|-----------|----------------------------|---------------------------------|
| \bar{x} | 6,15 | 0,044 g/100g ácido cítrico | 11,0 °Brix |
| s | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| CV% | 1,15 | 1,59 | 0,00 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual)

4.1.3 Análisis fisicoquímico de la materia prima

Se realizó el análisis fisicoquímico de la materia prima “pulpa de tuna” y “pulpa de tuna con cáscara” luego del tratamiento térmico (ver Anexos N° 6 y N° 7), cuyos resultados fueron los siguientes:

Tabla N° 15: Características fisicoquímicas de la pulpa de tuna
luego del tratamiento térmico.

| | pH | Acidez total | Sólidos solubles totales |
|-----------|------|----------------------------|--------------------------|
| \bar{x} | 5,19 | 0,085 g/100g ácido cítrico | 17,6 °Brix |
| s | 0,01 | 0,00 | 0,07 |
| CV% | 0,27 | 1,66 | 0,40 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual)

Tabla N° 16: Características fisicoquímicas de la pulpa de tuna con cáscara
luego del tratamiento térmico.

| | pH | Acidez total | Sólidos solubles totales |
|-----------|------|----------------------------|--------------------------|
| \bar{x} | 4,97 | 0,099 g/100g ácido cítrico | 15,1 °Brix |
| s | 0,03 | 0,00 | 0,00 |
| CV% | 0,57 | 1,43 | 0,00 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual)

4.2 Evaluación de los parámetros de fermentación

4.2.1 Control de pH

Los resultados del monitoreo del pH durante la fermentación en los 24 tratamientos fueron:

Tabla N° 17: Media de los valores de pH durante la fermentación en los 24 tratamientos.

| N° tratamiento | Días | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| T1 | 3.51 | 3.45 | 3.37 | 3.34 | 3.30 | 3.24 | 3.22 | 3.19 | 3.13 | 3.10 | 3.08 | - |
| T2 | 4.01 | 3.96 | 3.82 | 3.56 | 3.37 | 3.32 | 3.28 | 3.24 | 3.20 | 3.17 | 3.15 | - |
| T3 | 3.50 | 3.43 | 3.35 | 3.33 | 3.29 | 3.22 | 3.19 | 3.17 | 3.11 | 3.08 | 3.06 | - |
| T4 | 4.01 | 3.92 | 3.80 | 3.45 | 3.32 | 3.26 | 3.23 | 3.20 | 3.15 | 3.14 | - | - |
| T5 | 3.51 | 3.42 | 3.32 | 3.30 | 3.27 | 3.22 | 3.18 | 3.14 | 3.06 | 3.04 | - | - |
| T6 | 4.00 | 3.89 | 3.78 | 3.37 | 3.29 | 3.22 | 3.18 | 3.14 | 3.14 | - | - | - |
| T7 | 3.51 | 3.47 | 3.44 | 3.40 | 3.25 | 3.19 | 3.16 | 3.16 | 3.14 | 3.10 | 3.06 | 3.04 |
| T8 | 4.01 | 3.83 | 3.68 | 3.34 | 3.28 | 3.25 | 3.21 | 3.20 | 3.19 | 3.16 | 3.14 | - |
| T9 | 3.50 | 3.45 | 3.42 | 3.37 | 3.20 | 3.18 | 3.15 | 3.14 | 3.11 | 3.06 | 3.05 | 3.03 |
| T10 | 4.01 | 3.77 | 3.62 | 3.31 | 3.23 | 3.20 | 3.19 | 3.17 | 3.15 | 3.15 | 3.12 | - |
| T11 | 3.51 | 3.42 | 3.40 | 3.33 | 3.16 | 3.14 | 3.12 | 3.09 | 3.07 | 3.04 | 3.03 | 3.03 |
| T12 | 4.00 | 3.74 | 3.57 | 3.28 | 3.20 | 3.21 | 3.18 | 3.15 | 3.15 | 3.11 | - | - |
| T13 | 3.51 | 3.40 | 3.32 | 3.26 | 3.17 | 3.11 | 3.04 | 3.01 | 2.97 | 2.95 | - | - |
| T14 | 4.01 | 3.83 | 3.61 | 3.40 | 3.23 | 3.12 | 3.09 | 3.04 | 3.01 | 2.98 | - | - |
| T15 | 3.51 | 3.37 | 3.28 | 3.19 | 3.11 | 3.02 | 2.98 | 2.96 | 2.95 | 2.92 | - | - |
| T16 | 4.00 | 3.77 | 3.53 | 3.33 | 3.12 | 3.07 | 3.04 | 3.01 | 2.98 | 2.97 | - | - |
| T17 | 3.50 | 3.34 | 3.20 | 3.10 | 3.00 | 2.97 | 2.94 | 2.93 | 2.91 | 2.92 | - | - |
| T18 | 4.01 | 3.74 | 3.44 | 3.25 | 3.04 | 3.01 | 2.97 | 2.95 | 2.94 | - | - | - |
| T19 | 3.51 | 3.47 | 3.45 | 3.36 | 3.22 | 3.11 | 3.08 | 3.02 | 2.97 | 2.91 | 2.87 | - |
| T20 | 4.01 | 3.74 | 3.47 | 3.34 | 3.28 | 3.19 | 3.14 | 3.06 | 3.01 | 2.96 | 2.94 | - |
| T21 | 3.51 | 3.45 | 3.40 | 3.27 | 3.07 | 3.01 | 2.97 | 2.93 | 2.89 | 2.85 | 2.83 | - |
| T22 | 4.01 | 3.65 | 3.37 | 3.26 | 3.18 | 3.11 | 3.05 | 3.00 | 2.96 | 2.93 | 2.90 | - |
| T23 | 3.50 | 3.42 | 3.34 | 3.16 | 3.01 | 2.93 | 2.88 | 2.81 | 2.78 | 2.77 | 2.72 | - |
| T24 | 4.00 | 3.60 | 3.30 | 3.15 | 3.08 | 3.01 | 2.97 | 2.93 | 2.90 | 2.88 | - | - |

De acuerdo con los resultados indicados líneas arriba, se observó que los tratamientos de “pulpa de tuna diluida” (T1 - T12) presentaron medias más altas de pH al final de la fermentación con respecto a los tratamientos de “pulpa de tuna con cáscara diluida” (T13 - T24).

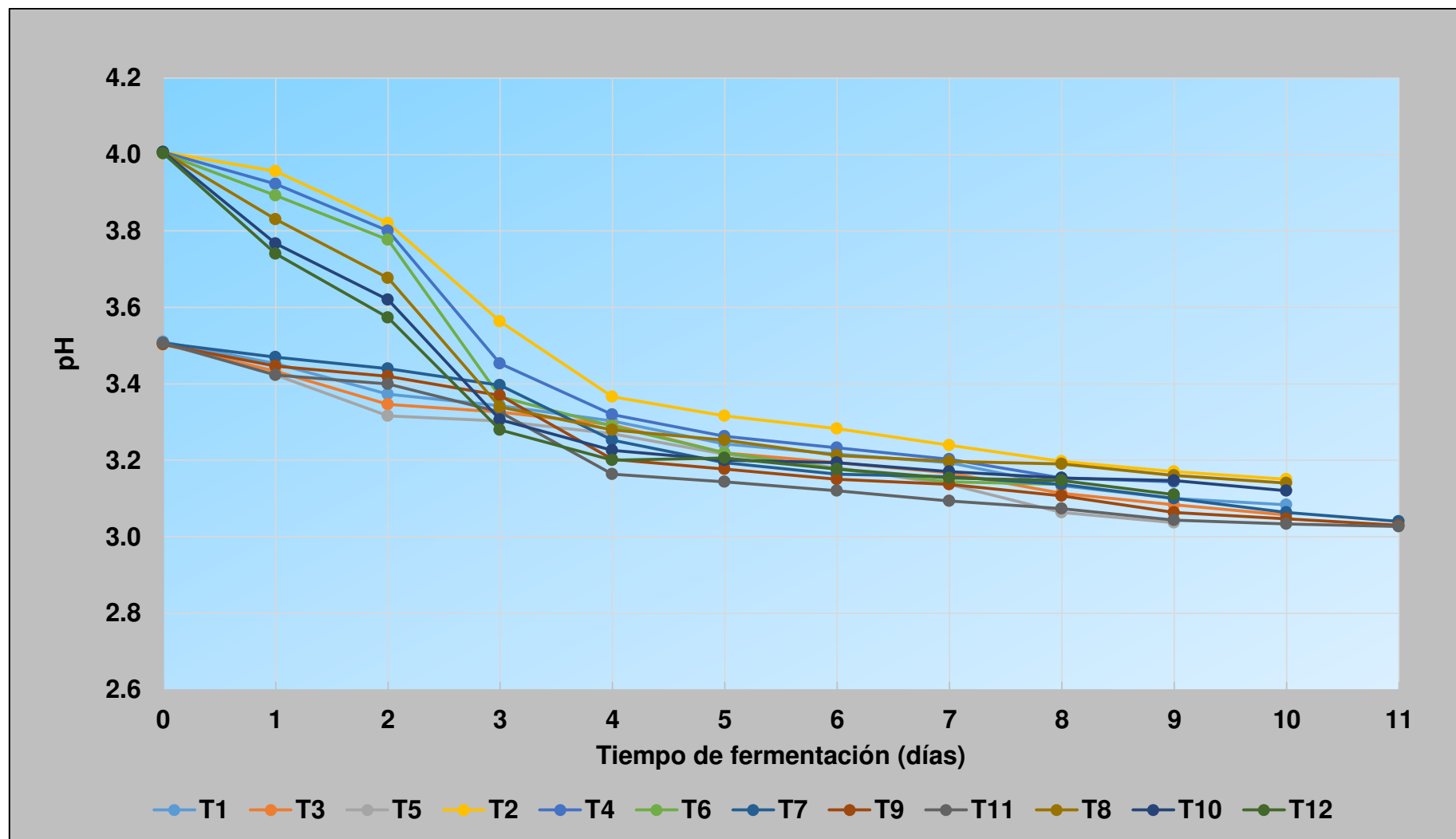


Figura N° 24: Monitoreo del pH durante la fermentación de la pulpa de tuna diluida en la proporción de 1:2 y 1:3.

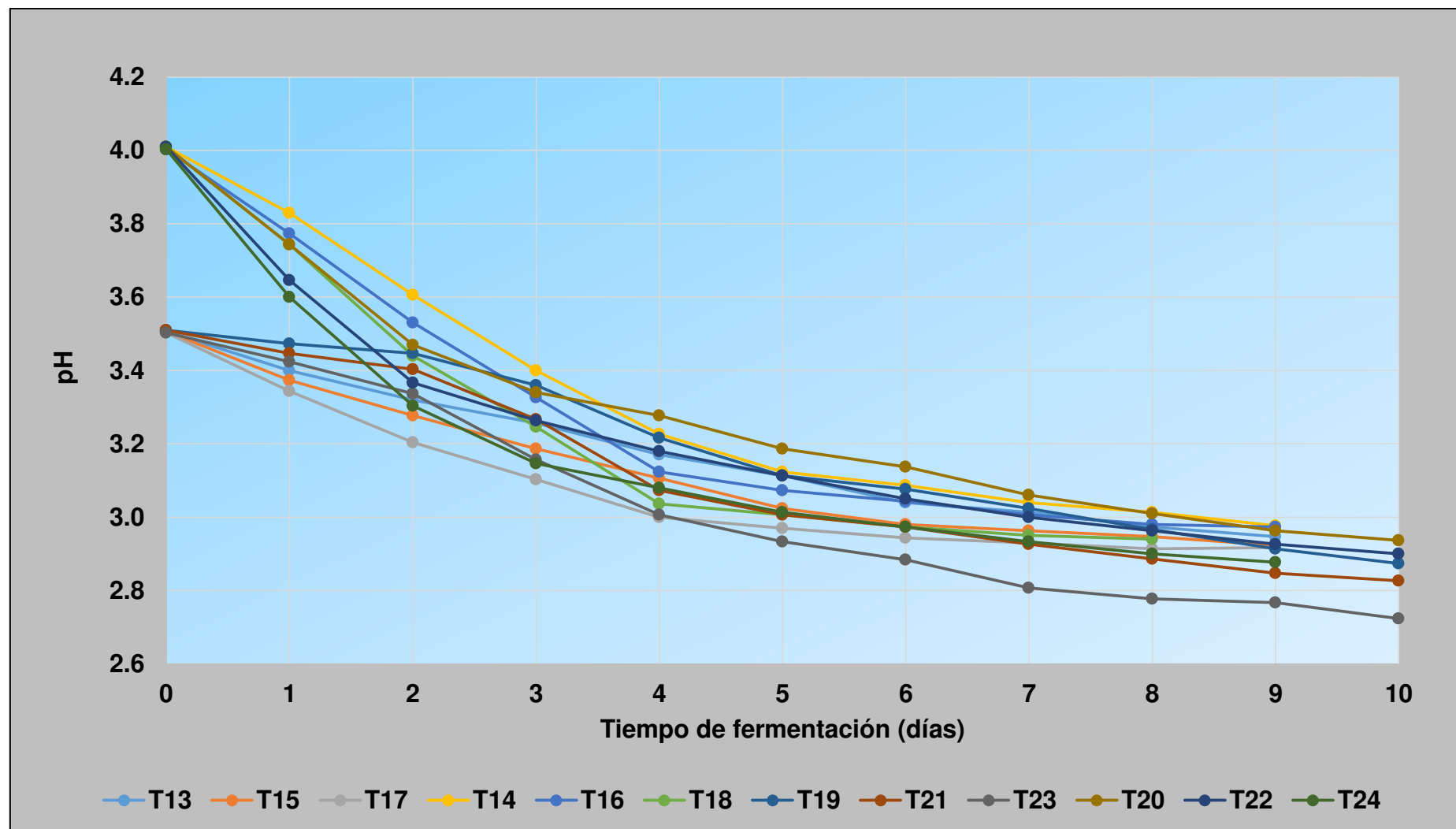


Figura N° 25: Monitoreo del pH durante la fermentación de la pulpa de tuna con cáscara diluida en la proporción de 1:2 y 1:3..

4.2.2 Control de acidez total

Los resultados del monitoreo de la acidez total durante la fermentación en los 24 tratamientos fueron:

Tabla N° 18: Media de los valores de acidez total durante la fermentación en los 24 tratamientos (unidad: g ácido tartárico/L).

| N° tratamiento | Días | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| T1 | 1.90 | 2.14 | 2.34 | 2.56 | 2.77 | 3.11 | 3.54 | 3.78 | 4.03 | 4.26 | 4.49 | - |
| T2 | 1.19 | 1.66 | 2.07 | 2.39 | 2.71 | 3.20 | 3.44 | 3.69 | 3.88 | 4.01 | 4.09 | - |
| T3 | 1.90 | 2.27 | 2.52 | 2.79 | 3.10 | 3.51 | 3.82 | 4.05 | 4.21 | 4.40 | 4.49 | - |
| T4 | 1.19 | 1.77 | 2.18 | 2.57 | 2.98 | 3.56 | 3.89 | 4.15 | 4.37 | 4.50 | - | - |
| T5 | 1.90 | 2.35 | 2.69 | 3.00 | 3.41 | 3.81 | 4.03 | 4.25 | 4.39 | 4.50 | - | - |
| T6 | 1.19 | 1.80 | 2.29 | 2.71 | 3.31 | 3.71 | 4.02 | 4.29 | 4.50 | - | - | - |
| T7 | 1.45 | 1.68 | 1.99 | 2.28 | 2.52 | 3.03 | 3.16 | 3.27 | 3.31 | 3.34 | 3.39 | 3.41 |
| T8 | 1.08 | 1.50 | 1.90 | 2.12 | 2.41 | 2.81 | 3.04 | 3.21 | 3.35 | 3.41 | 3.45 | - |
| T9 | 1.45 | 1.81 | 2.14 | 2.48 | 2.69 | 3.11 | 3.30 | 3.40 | 3.47 | 3.46 | 3.52 | 3.55 |
| T10 | 1.08 | 1.59 | 1.96 | 2.27 | 2.71 | 3.01 | 3.19 | 3.37 | 3.47 | 3.46 | 3.52 | - |
| T11 | 1.45 | 1.92 | 2.26 | 2.60 | 3.12 | 3.32 | 3.41 | 3.49 | 3.52 | 3.50 | 3.56 | 3.57 |
| T12 | 1.08 | 1.71 | 2.09 | 2.47 | 3.06 | 3.22 | 3.38 | 3.48 | 3.57 | 3.58 | - | - |
| T13 | 3.01 | 3.18 | 3.27 | 3.39 | 3.85 | 4.04 | 4.17 | 4.29 | 4.39 | 4.49 | - | - |
| T14 | 1.48 | 2.14 | 2.66 | 3.12 | 3.60 | 3.84 | 4.03 | 4.22 | 4.41 | 4.49 | - | - |
| T15 | 3.01 | 3.23 | 3.44 | 3.62 | 4.09 | 4.22 | 4.30 | 4.38 | 4.45 | 4.50 | - | - |
| T16 | 1.48 | 2.31 | 2.95 | 3.52 | 3.72 | 3.98 | 4.14 | 4.30 | 4.46 | 4.49 | - | - |
| T17 | 3.01 | 3.51 | 3.90 | 4.26 | 4.79 | 4.99 | 5.14 | 5.25 | 5.35 | 5.44 | - | - |
| T18 | 1.48 | 2.45 | 3.12 | 3.76 | 3.90 | 4.12 | 4.31 | 4.44 | 4.50 | - | - | - |
| T19 | 2.83 | 3.20 | 3.42 | 3.60 | 3.81 | 4.12 | 4.22 | 4.30 | 4.36 | 4.40 | 4.49 | - |
| T20 | 1.43 | 1.85 | 2.25 | 2.66 | 3.01 | 3.45 | 3.53 | 3.60 | 3.69 | 3.70 | 3.73 | - |
| T21 | 2.83 | 3.27 | 3.58 | 3.85 | 4.14 | 4.25 | 4.32 | 4.39 | 4.42 | 4.48 | 4.50 | - |
| T22 | 1.43 | 2.00 | 2.45 | 2.92 | 3.49 | 3.71 | 3.92 | 4.15 | 4.31 | 4.45 | 4.50 | - |
| T23 | 2.83 | 3.35 | 3.66 | 3.91 | 4.26 | 4.36 | 4.41 | 4.45 | 4.49 | 4.47 | 4.50 | - |
| T24 | 1.43 | 2.12 | 2.65 | 3.15 | 3.72 | 3.89 | 4.11 | 4.27 | 4.41 | 4.50 | - | - |

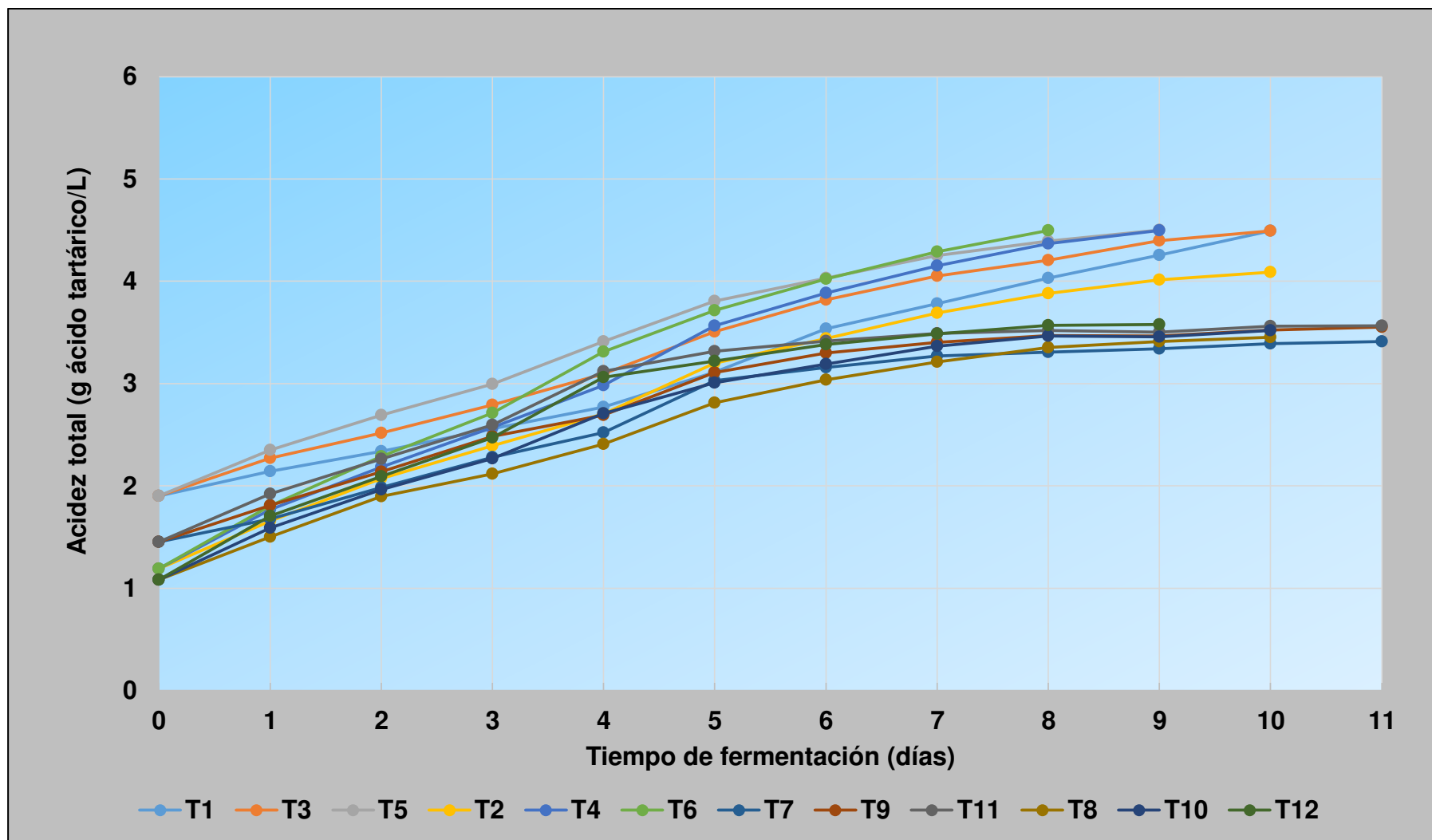


Figura N° 26: Monitoreo de la acidez total durante la fermentación de la pulpa de tuna diluida en la proporción de 1:2 y 1:3.

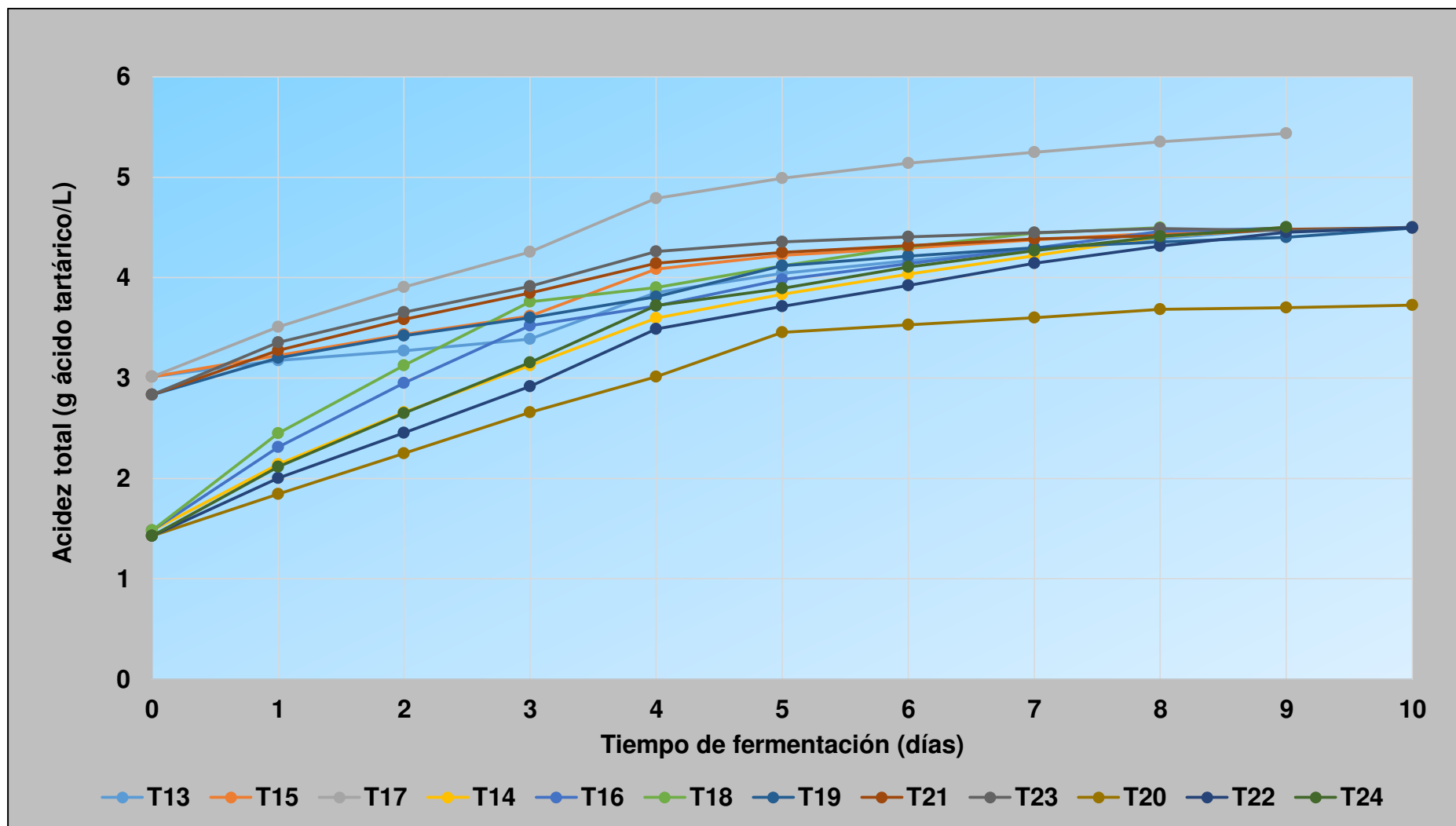


Figura N° 27: Monitoreo de la acidez total durante la fermentación de la pulpa de tuna con cáscara diluida en la proporción de 1:2 y 1:3.

Prueba Estadística de ANOVA y TUKEY

Hipótesis Nula: La media de las concentraciones de acidez total al final de la fermentación en los 24 tratamientos es igual, con 95% de confiabilidad.

Hipótesis Alternativa: En al menos un tratamiento la media de las concentraciones de acidez total al final de la fermentación en los 24 tratamientos es distinta, con 95% de confiabilidad.

Programa estadístico: MINITAB.

Tabla N° 19 : ANOVA con respecto a la media de acidez total al final de la fermentación.

| Valor estadístico | Resultado |
|-------------------|-----------|
| p | < 0,05 |
| Fc | 6509,85 |
| Ft | 1,76 |

(p = nivel de significancia, Fc = F calculada, Ft = F tabulada)

Tabla N° 20: Prueba de Tukey con respecto a la media de acidez total
al final de la fermentación.

| T | \bar{x} | Grupos Tukey | | | | | |
|-----|-----------|--------------|--|--|--|--|--|
| T17 | 5.44 | a | | | | | |
| T23 | 4.50 | b | | | | | |
| T24 | 4.50 | b | | | | | |
| T5 | 4.50 | b | | | | | |
| T18 | 4.50 | b | | | | | |
| T21 | 4.50 | b | | | | | |
| T4 | 4.50 | b | | | | | |
| T6 | 4.50 | b | | | | | |
| T15 | 4.50 | b | | | | | |
| T22 | 4.50 | b | | | | | |
| T1 | 4.49 | b | | | | | |
| T3 | 4.49 | b | | | | | |
| T16 | 4.49 | b | | | | | |
| T19 | 4.49 | b | | | | | |
| T13 | 4.49 | b | | | | | |
| T14 | 4.49 | b | | | | | |
| T2 | 4.09 | c | | | | | |
| T20 | 3.73 | d | | | | | |
| T12 | 3.58 | e | | | | | |
| T11 | 3.57 | e | | | | | |
| T9 | 3.55 | ef | | | | | |
| T10 | 3.52 | f | | | | | |
| T8 | 3.45 | g | | | | | |
| T7 | 3.41 | h | | | | | |

(T: Tratamiento, \bar{x} : media aritmética).

De acuerdo a los resultados, se observó que la acidez total de todos los tratamientos va aumentando y tiende a ser constante al final de la fermentación. Los resultados de ANOVA indicaron que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tratamientos. Los resultados de la prueba de Tukey indicaron que existen 9 grupos que presentan diferencia significativa entre sí, en donde la mayoría de tratamientos de “pulpa de tuna con cáscara diluida” (T13-T24) presentaron mayor acidez total al final de la fermentación, con respecto a los tratamientos de “pulpa de tuna diluida” (T1-T12).

4.2.3 Control de sólidos solubles

Los resultados del monitoreo de los grados Brix durante la fermentación en los 24 tratamientos fueron:

Tabla N° 21: Media de los valores de sólidos solubles totales durante la fermentación en los 24 tratamientos (unidad: grados Brix).

| N° tratamiento | Días | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| T1 | 13.0 | 12.9 | 12.7 | 11.9 | 10.4 | 8.7 | 7.3 | 6.2 | 5.1 | 4.4 | 3.9 | - |
| T2 | 13.0 | 12.6 | 11.8 | 10.8 | 9.7 | 8.4 | 6.9 | 5.9 | 5.0 | 4.1 | 3.8 | - |
| T3 | 13.0 | 12.9 | 12.6 | 11.7 | 10.1 | 8.6 | 7.1 | 5.9 | 4.8 | 4.2 | 3.9 | - |
| T4 | 13.0 | 12.4 | 11.6 | 10.7 | 9.5 | 8.1 | 6.3 | 5.2 | 4.5 | 3.8 | - | - |
| T5 | 13.0 | 12.8 | 12.5 | 11.4 | 9.7 | 8.2 | 6.9 | 5.8 | 4.7 | 3.8 | - | - |
| T6 | 13.0 | 12.1 | 11.3 | 10.4 | 9.2 | 7.7 | 5.8 | 4.6 | 3.7 | - | - | - |
| T7 | 13.0 | 12.9 | 13.0 | 12.8 | 12.6 | 11.3 | 10.2 | 9.0 | 8.1 | 6.9 | 5.9 | 4.8 |
| T8 | 13.0 | 12.5 | 11.8 | 11.1 | 10.1 | 9.2 | 8.1 | 7.0 | 6.0 | 5.0 | 4.2 | - |
| T9 | 13.0 | 12.9 | 12.9 | 12.8 | 12.1 | 10.4 | 9.1 | 7.9 | 7.1 | 6.2 | 5.2 | 4.6 |
| T10 | 13.0 | 12.3 | 11.5 | 10.8 | 9.9 | 8.8 | 7.7 | 6.7 | 5.7 | 4.6 | 3.8 | - |
| T11 | 13.0 | 12.8 | 12.7 | 12.6 | 11.9 | 10.1 | 8.8 | 7.5 | 6.5 | 5.7 | 4.8 | 4.5 |
| T12 | 13.0 | 12.1 | 11.3 | 10.3 | 9.2 | 7.9 | 6.7 | 5.9 | 4.8 | 3.8 | - | - |
| T13 | 13.0 | 12.7 | 11.9 | 10.9 | 9.3 | 7.6 | 6.2 | 5.4 | 4.8 | 4.2 | - | - |
| T14 | 13.0 | 12.6 | 11.7 | 10.8 | 9.5 | 8.0 | 6.4 | 4.9 | 4.2 | 3.8 | - | - |
| T15 | 13.0 | 12.6 | 11.8 | 10.6 | 9.2 | 7.3 | 6.0 | 5.0 | 4.6 | 4.1 | - | - |
| T16 | 13.0 | 12.5 | 11.5 | 10.6 | 9.1 | 7.7 | 5.9 | 4.7 | 4.1 | 3.7 | - | - |
| T17 | 13.0 | 12.5 | 11.6 | 10.3 | 8.9 | 7.1 | 5.7 | 4.7 | 4.3 | 4.1 | - | - |
| T18 | 13.0 | 12.1 | 11.4 | 10.5 | 9.0 | 7.4 | 5.9 | 4.3 | 3.7 | - | - | - |
| T19 | 13.0 | 12.8 | 12.4 | 11.9 | 11.1 | 9.7 | 8.5 | 7.1 | 5.9 | 4.9 | 4.3 | - |
| T20 | 13.0 | 12.3 | 11.7 | 10.9 | 10.0 | 8.7 | 7.6 | 6.6 | 5.7 | 4.8 | 4.1 | - |
| T21 | 13.0 | 12.9 | 12.5 | 11.9 | 10.9 | 9.3 | 8.2 | 6.6 | 5.6 | 4.6 | 4.3 | - |
| T22 | 13.0 | 12.1 | 11.5 | 10.6 | 9.4 | 8.2 | 7.1 | 6.1 | 5.2 | 4.4 | 3.9 | - |
| T23 | 13.0 | 12.9 | 12.4 | 11.8 | 10.5 | 8.8 | 7.6 | 6.2 | 5.1 | 4.5 | 4.1 | - |
| T24 | 13.0 | 12.1 | 10.9 | 10.2 | 9.0 | 7.8 | 6.7 | 5.5 | 4.8 | 3.8 | - | - |

De acuerdo a los resultados indicados líneas arriba, los tratamientos con pH inicial 4 (T2, T4, T6, T8, T10, T12, T14, T16, T18, T20, T22, T24) presentaron medias más bajas de grados Brix al final de la fermentación, con respecto a los tratamientos con pH inicial 3,5 (T1, T3, T5, T7, T9, T11, T13, T15, T17, T19, T21, T23).

Asimismo, los tratamientos diluidos en la proporción 1:2 (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T13, T14, T15, T16, T17, T18) presentaron medias más bajas de grados Brix al final de la fermentación, con respecto a los tratamientos diluidos en la proporción 1:3 (T7, T8, T9, T10, T11, T12, T19, T20, T21, T22, T23, T24).

Los tratamientos de “pulpa de tuna con cáscara diluida” (T13-T24) tuvieron menor tiempo de fermentación que los tratamientos de “pulpa de tuna diluida” (T1-T12).

Los tratamientos T6 y T18 presentaron las medias más bajas de grados Brix al final de la fermentación, asimismo el tiempo de fermentación fue menor con respecto a los demás tratamientos.

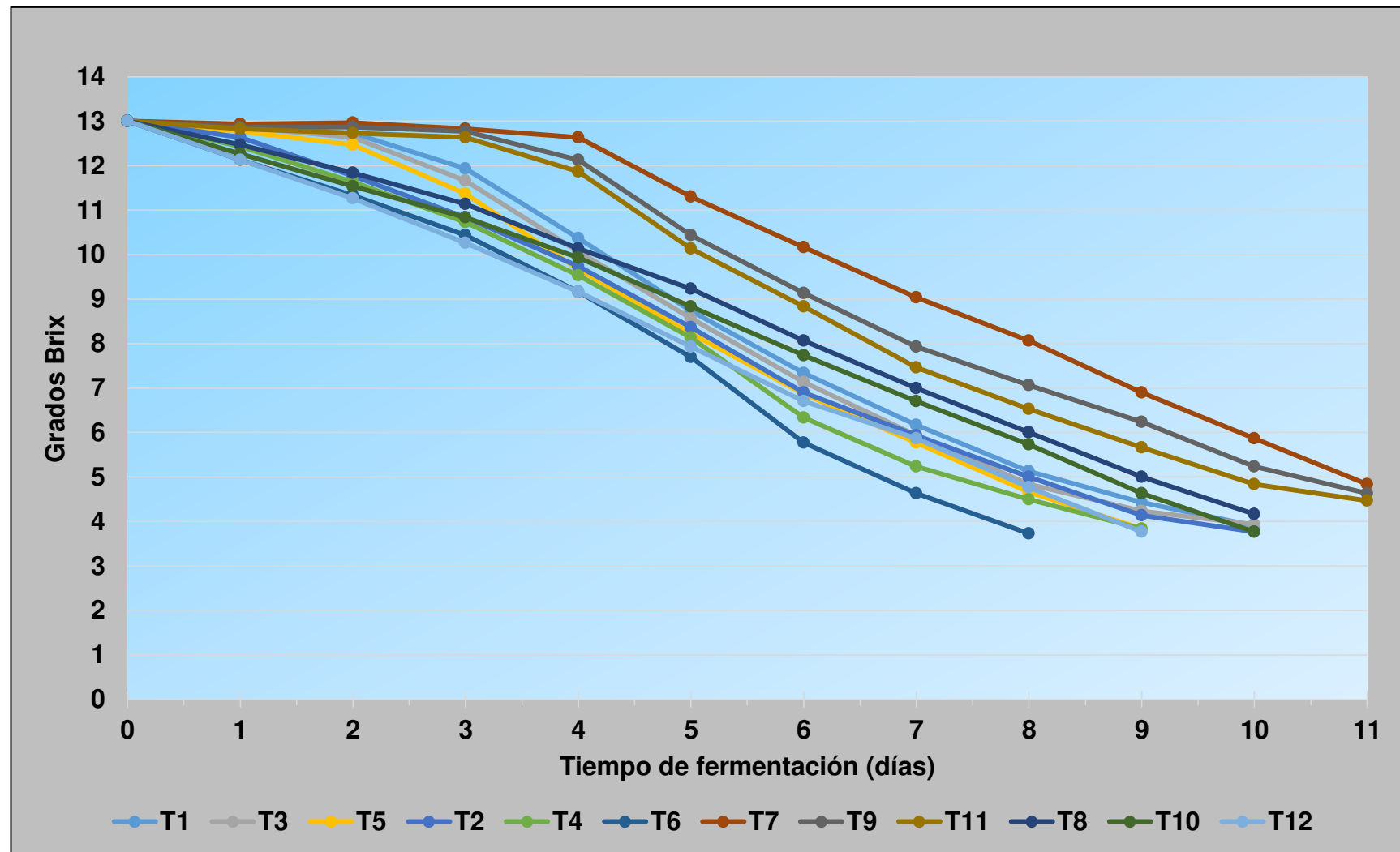


Figura N° 28: Monitoreo del contenido de sólidos solubles durante la fermentación de la pulpa de tuna diluida en la proporción de 1:2 y 1:3.

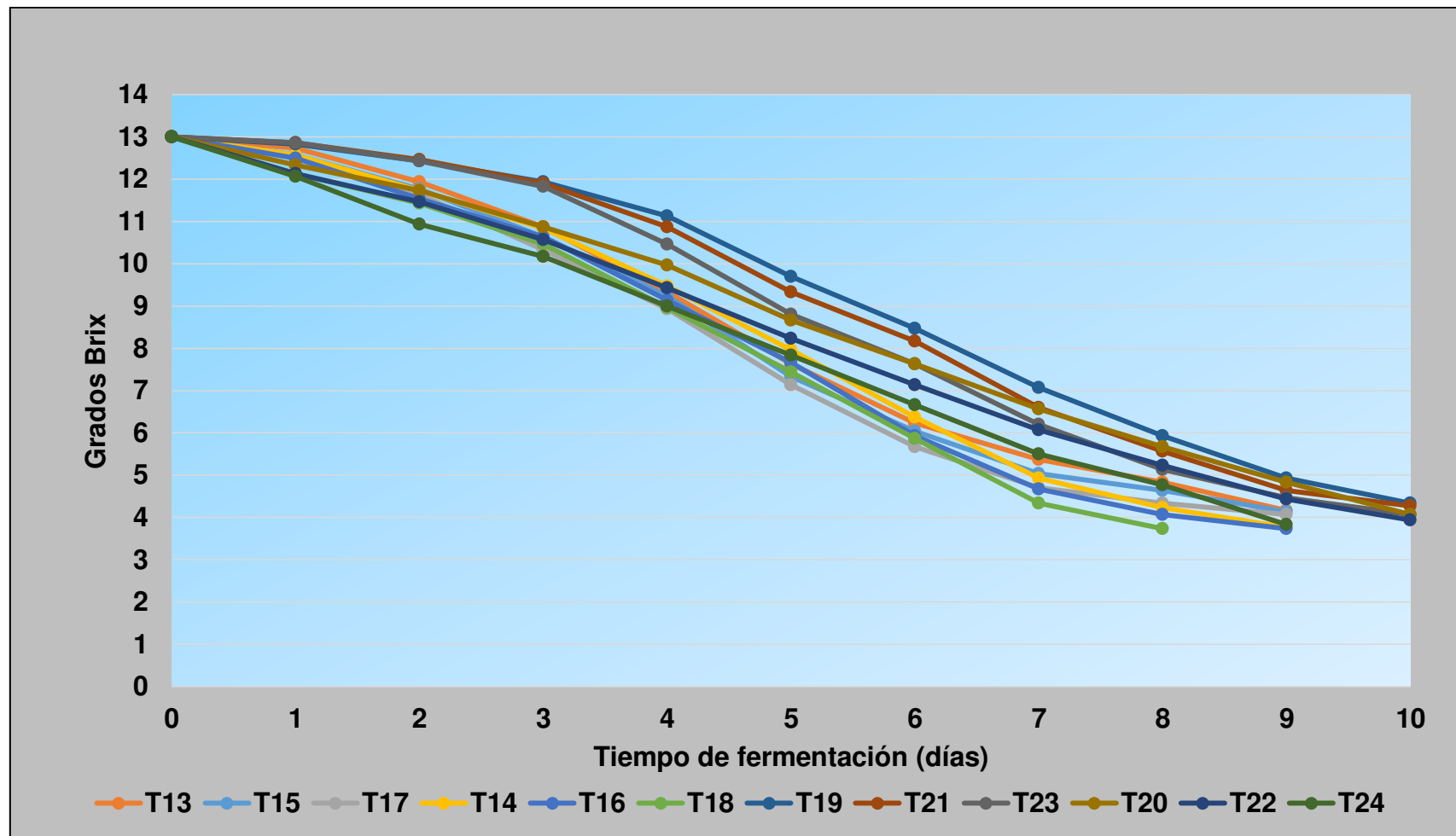


Figura N° 29: Monitoreo del contenido de sólidos solubles durante la fermentación de la pulpa de tuna con cáscara diluida en la proporción de 1:2 y 1:3.

4.2.4 Control de azúcares reductores directos

Los resultados del monitoreo de las concentraciones de azúcares reductores directos al inicio y final de la fermentación en los tratamientos fueron:

(Ver siguiente página)

Tabla N° 22: Resultados de las concentraciones de azúcares reductores directos al inicio y final de la fermentación de la pulpa de tuna diluida.

| | T1 | | T2 | | T3 | | T4 | | T5 | | T6 | |
|-----------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL |
| \bar{x} | 51.90 | 2.13 | 51.86 | 1.12 | 51.90 | 2.09 | 51.86 | 1.10 | 51.90 | 1.76 | 51.86 | 0.95 |
| s | 0.05 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.05 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.03 | 0.02 |
| CV% | 0.10 | 0.55 | 0.06 | 1.32 | 0.10 | 0.50 | 0.06 | 0.96 | 0.10 | 0.80 | 0.06 | 1.65 |
| | T7 | | T8 | | T9 | | T10 | | T11 | | T12 | |
| | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL |
| \bar{x} | 30.73 | 3.48 | 30.60 | 2.82 | 30.73 | 3.12 | 30.60 | 2.66 | 30.73 | 2.86 | 30.60 | 2.45 |
| s | 0.25 | 0.02 | 0.27 | 0.01 | 0.25 | 0.01 | 0.27 | 0.01 | 0.25 | 0.01 | 0.27 | 0.01 |
| CV% | 0.82 | 0.49 | 0.86 | 0.37 | 0.82 | 0.30 | 0.86 | 0.36 | 0.82 | 0.45 | 0.86 | 0.55 |

(Unidad: g/L. \bar{x} = Media. s = Desviación Estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. T = Tratamiento)

Tabla N° 23: Resultados de las concentraciones de azúcares reductores directos
al inicio y final de la fermentación de la pulpa de tuna con cáscara diluida.

| | T13 | | T14 | | T15 | | T16 | | T17 | | T18 | |
|-----------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL |
| \bar{x} | 30.07 | 3.16 | 30.05 | 1.46 | 30.07 | 2.95 | 30.05 | 1.32 | 30.07 | 2.22 | 30.05 | 0.99 |
| s | 0.21 | 0.01 | 0.42 | 0.02 | 0.21 | 0.01 | 0.42 | 0.01 | 0.21 | 0.01 | 0.42 | 0.01 |
| CV% | 0.71 | 0.39 | 1.39 | 1.10 | 0.71 | 0.25 | 1.39 | 0.87 | 0.71 | 0.24 | 1.39 | 0.80 |
| | T19 | | T20 | | T21 | | T22 | | T23 | | T24 | |
| | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL |
| \bar{x} | 15.99 | 4.74 | 15.89 | 2.58 | 15.99 | 3.32 | 15.89 | 2.08 | 15.99 | 2.96 | 15.89 | 1.31 |
| s | 0.25 | 0.01 | 0.31 | 0.01 | 0.25 | 0.01 | 0.31 | 0.01 | 0.25 | 0.01 | 0.31 | 0.01 |
| CV% | 1.57 | 0.13 | 1.92 | 0.44 | 1.57 | 0.41 | 1.92 | 0.39 | 1.57 | 0.17 | 1.92 | 0.39 |

(Unidad: g/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. T = Tratamiento)

Prueba Estadística de ANOVA y TUKEY

Hipótesis Nula: La media de las concentraciones de azúcares reductores directos al final de la fermentación en los 24 tratamientos es igual, con 95% de confiabilidad.

Hipótesis Alterna: En al menos un tratamiento la media de las concentraciones de azúcares reductores directos al final de la fermentación en los 24 tratamientos es distinta, con 95% de confiabilidad.

Programa estadístico: MINITAB.

Tabla N° 24 : ANOVA con respecto a la media de azúcares reductores directos al final de la fermentación.

| Valor estadístico | Resultado |
|-------------------|-----------|
| p | < 0,05 |
| Fc | 20628,28 |
| Ft | 1,76 |

(p = nivel de significancia, Fc = F calculada, Ft = F tabulada)

Tabla N° 25: Prueba de Tukey con respecto a la media de azúcares reductores directos al final de la fermentación.

| T | \bar{x} | Grupos TUKEY | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|
| T19 | 4.74 | a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T7 | 3.48 | | b | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T21 | 3.32 | | | c | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T13 | 3.16 | | | | d | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T9 | 3.12 | | | | | e | | | | | | | | | | | | | | | |
| T23 | 2.96 | | | | | | f | | | | | | | | | | | | | | |
| T15 | 2.95 | | | | | | f | | | | | | | | | | | | | | |
| T11 | 2.86 | | | | | | | g | | | | | | | | | | | | | |
| T8 | 2.82 | | | | | | | | h | | | | | | | | | | | | |
| T10 | 2.66 | | | | | | | | | i | | | | | | | | | | | |
| T20 | 2.58 | | | | | | | | | | j | | | | | | | | | | |
| T12 | 2.45 | | | | | | | | | | | k | | | | | | | | | |
| T17 | 2.22 | | | | | | | | | | | | l | | | | | | | | |
| T1 | 2.13 | | | | | | | | | | | | | m | | | | | | | |
| T3 | 2.09 | | | | | | | | | | | | | | mn | | | | | | |
| T22 | 2.08 | | | | | | | | | | | | | | | n | | | | | |
| T5 | 1.76 | | | | | | | | | | | | | | | | o | | | | |
| T14 | 1.46 | | | | | | | | | | | | | | | | | p | | | |
| T16 | 1.32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | q | | |
| T24 | 1.31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | q | | |
| T2 | 1.12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | r | |
| T4 | 1.10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | r | |
| T18 | 0.99 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | s |
| T6 | 0.95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | t |

(T: Tratamiento, \bar{x} : media aritmética)

Los resultados de ANOVA indicaron que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tratamientos. Los resultados de la prueba de Tukey indicaron que existen 21 grupos que presentaron diferencia significativa entre sí, en donde los tratamientos T6 y T18 tuvieron las medias más bajas al final de la fermentación, es decir, los tratamientos T6 y T18 tuvieron el mayor consumo de azúcares reductores directos durante la fermentación con respecto a los demás tratamientos.

4.2.5 Control de azúcares reductores totales

Los resultados del monitoreo de las concentraciones de azúcares reductores totales al inicio y final de la fermentación de los tratamientos fueron:

(Ver siguiente página)

Tabla N° 26: Resultados de las concentraciones de azúcares reductores totales al inicio y final de la fermentación de la pulpa de tuna diluida.

| | T1 | | T2 | | T3 | | T4 | | T5 | | T6 | |
|-----------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL |
| \bar{x} | 272.52 | 15.11 | 272.52 | 12.03 | 272.52 | 14.98 | 272.52 | 9.61 | 272.52 | 14.68 | 272.52 | 8.23 |
| s | 0.58 | 0.01 | 0.65 | 0.01 | 0.58 | 0.02 | 0.65 | 0.01 | 0.58 | 0.01 | 0.65 | 0.01 |
| CV% | 0.21 | 0.04 | 0.24 | 0.10 | 0.21 | 0.10 | 0.24 | 0.07 | 0.21 | 0.10 | 0.24 | 0.07 |
| | T7 | | T8 | | T9 | | T10 | | T11 | | T12 | |
| | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL |
| \bar{x} | 270.93 | 10.95 | 270.80 | 9.93 | 270.93 | 10.67 | 270.80 | 9.43 | 270.93 | 10.22 | 270.80 | 9.05 |
| s | 0.51 | 0.01 | 0.70 | 0.01 | 0.51 | 0.01 | 0.70 | 0.02 | 0.51 | 0.01 | 0.70 | 0.01 |
| CV% | 0.19 | 0.14 | 0.26 | 0.11 | 0.19 | 0.09 | 0.26 | 0.23 | 0.19 | 0.05 | 0.26 | 0.16 |

(Unidad: g/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. T = Tratamiento)

Tabla N° 27: Resultados de las concentraciones de azúcares reductores totales al inicio y final
de la fermentación de la pulpa de tuna con cáscara diluida.

| | T13 | | T14 | | T15 | | T16 | | T17 | | T18 | |
|-----------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL |
| \bar{x} | 270.01 | 16.93 | 269.98 | 15.83 | 270.01 | 16.36 | 269.98 | 15.51 | 270.01 | 15.98 | 269.98 | 9.01 |
| s | 0.76 | 0.01 | 0.40 | 0.01 | 0.76 | 0.01 | 0.40 | 0.01 | 0.76 | 0.02 | 0.40 | 0.01 |
| CV% | 0.28 | 0.06 | 0.15 | 0.06 | 0.28 | 0.07 | 0.15 | 0.04 | 0.28 | 0.10 | 0.15 | 0.06 |
| | T19 | | T20 | | T21 | | T22 | | T23 | | T24 | |
| | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL | INICIO | FINAL |
| \bar{x} | 276.12 | 16.80 | 276.05 | 15.46 | 276.12 | 16.24 | 276.05 | 15.40 | 276.12 | 15.96 | 276.05 | 15.53 |
| s | 0.57 | 0.01 | 0.27 | 0.01 | 0.57 | 0.01 | 0.27 | 0.01 | 0.57 | 0.02 | 0.27 | 0.01 |
| CV% | 0.21 | 0.06 | 0.10 | 0.04 | 0.21 | 0.06 | 0.10 | 0.06 | 0.21 | 0.10 | 0.10 | 0.07 |

(Unidad: g/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. T = Tratamiento)

Prueba Estadística de ANOVA y TUKEY

Hipótesis Nula: La media de las concentraciones de azúcares reductores totales al final de la fermentación en los 24 tratamientos es igual, con 95% de confiabilidad.

Hipótesis Alterna: En al menos un tratamiento la media de las concentraciones de azúcares reductores totales al final de la fermentación en los 24 tratamientos es distinta, con 95% de confiabilidad.

Programa estadístico: MINITAB.

Tabla N° 28 : ANOVA con respecto a la media de azúcares reductores totales al final de la fermentación.

| Valor estadístico | Resultado |
|-------------------|-----------|
| p | < 0,05 |
| Fc | 214189,93 |
| Ft | 1,76 |

(p = nivel de significancia, Fc = F calculada, Ft = F tabulada)

Tabla N° 29: Prueba de Tukey con respecto a la media de azúcares reductores
totales al final de la fermentación.

| T | \bar{x} | Grupos TUKEY | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T13 | 16.93 | a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T19 | 16.80 | | b | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T15 | 16.36 | | | c | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T21 | 16.24 | | | | d | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T17 | 15.98 | | | | | e | | | | | | | | | | | | | | | |
| T23 | 15.96 | | | | | | e | | | | | | | | | | | | | | |
| T14 | 15.83 | | | | | | | f | | | | | | | | | | | | | |
| T16 | 15.51 | | | | | | | | g | | | | | | | | | | | | |
| T24 | 15.53 | | | | | | | | | g | | | | | | | | | | | |
| T20 | 15.46 | | | | | | | | | | h | | | | | | | | | | |
| T22 | 15.40 | | | | | | | | | | | i | | | | | | | | | |
| T1 | 15.11 | | | | | | | | | | | | j | | | | | | | | |
| T3 | 14.98 | | | | | | | | | | | | | k | | | | | | | |
| T5 | 14.68 | | | | | | | | | | | | | | l | | | | | | |
| T2 | 12.03 | | | | | | | | | | | | | | | m | | | | | |
| T7 | 10.95 | | | | | | | | | | | | | | | | n | | | | |
| T9 | 10.67 | | | | | | | | | | | | | | | | | o | | | |
| T11 | 10.22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | p | | |
| T8 | 9.93 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | q | |
| T4 | 9.61 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | r |
| T10 | 9.43 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | s |
| T12 | 9.05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | t |
| T18 | 9.01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | u |
| T6 | 8.23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | v |

(T: Tratamiento, \bar{x} : media aritmética)

Los resultados de ANOVA indicaron que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tratamientos. Los resultados de la prueba de Tukey indicaron que existen 22 grupos que presentaron diferencia significativa entre sí, en donde los tratamientos T6 y T18 tuvieron las medias más bajas al final de la fermentación, es decir, los tratamientos T6 y T18 tuvieron el mayor consumo de azúcares reductores totales durante la fermentación con respecto a los demás tratamientos.

4.2.6 Tiempo de fermentación

El tiempo de fermentación de los 24 tratamientos se indica a continuación:

Tabla N° 30: Tiempo de fermentación de los tratamientos.

| N° tratamiento | N° días |
|----------------|---------|
| T1 | 10 |
| T2 | 10 |
| T3 | 10 |
| T4 | 9 |
| T5 | 9 |
| T6 | 8 |
| T7 | 11 |
| T8 | 10 |
| T9 | 11 |
| T10 | 10 |
| T11 | 11 |
| T12 | 9 |
| T13 | 9 |
| T14 | 9 |
| T15 | 9 |
| T16 | 9 |
| T17 | 9 |
| T18 | 8 |
| T19 | 10 |
| T20 | 10 |
| T21 | 10 |
| T22 | 10 |
| T23 | 10 |
| T24 | 9 |

El tiempo de fermentación de los tratamientos T6 y T18 fue menor con respecto a los demás tratamientos.

4.2.7 Control del grado alcohólico

Los tratamientos T6 y T18 presentaron las medias más bajas de grados Brix al final de la fermentación, asimismo presentaron el mayor consumo de azúcares reductores directos y totales con respecto a los demás tratamientos. Por ello, se realizó la determinación del grado alcohólico de ambos tratamientos con el objetivo de escoger al óptimo. De acuerdo a los resultados, el tratamiento T6 presentó una media del 8%v/v al final de su fermentación; mientras que el tratamiento T18, del 7.3%v/v. Por lo tanto, T6 fue el tratamiento con los parámetros de fermentación que permitieron obtener el mayor rendimiento en cuanto a la producción de alcohol.

Tabla N° 31 : Resultados del grado alcohólico de los tratamientos (T6 y T18) que presentaron el mayor consumo de azúcares reductores.

| | T6 | T18 |
|----------------|-----------|------------|
| Repetición I | 8.0 | 7.5 |
| Repetición II | 8.0 | 7.5 |
| Repetición III | 8.0 | 7.0 |
| \bar{x} | 8.0 | 7.3 |
| s | 0 | 0.3 |
| CV% | 0 | 3.9 |

(Unidad: %v/v. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual.

T = Tratamiento)

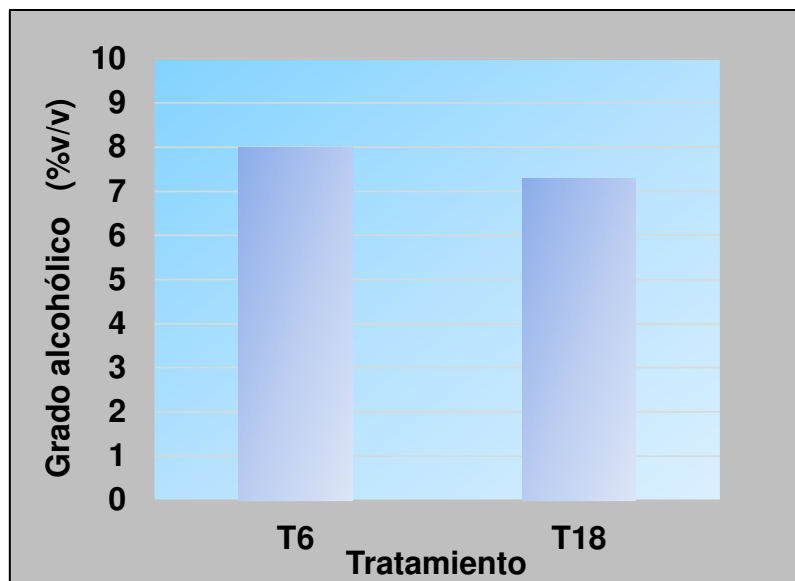


Figura N° 31: Grado alcohólico obtenido al final de la fermentación de los tratamientos (T6 y T18) que presentaron el mayor consumo de azúcares reductores.

4.3 Evaluación de la bebida alcohólica destilada obtenida

Se destiló 18 L del tratamiento T6 y se obtuvo 1,8 L de bebida alcohólica destilada, obteniendo así un rendimiento del 10%. La bebida alcohólica destilada obtenida se dejó reposar en envases de vidrio por 3 meses. Luego, se determinó el extracto seco total y grado alcohólico. Asimismo, se cuantificó los componentes volátiles y congéneres. De acuerdo a los resultados indicados líneas abajo, la bebida alcohólica destilada obtenida cumple con todas las especificaciones establecidas por la NTP 211.001 (para elaboración de pisco), con excepción del valor de alcoholes superiores totales.

Tabla N° 32: Reporte de extracto seco total y grado alcohólico de la bebida alcohólica destilada obtenida.

| Análisis | Especificación | Resultado | Método |
|---------------------|------------------|------------|-------------|
| Extracto Seco Total | $\leq 0,6$ g/L | 0,05 g/L | NTP 211.041 |
| Grado Alcohólico | 38,0 - 48,0 %v/v | 48,00 %v/v | NTP 211.052 |

Tabla N° 33: Reporte de los componentes volátiles y congéneres de la bebida alcohólica destilada obtenida.

| Análisis | Especificación | Resultado | Método |
|--|-----------------------|------------------|-----------------------------|
| Acidez volátil (como ácido acético) | ≤ 200,0 | 79,24 | NTP 211.040 |
| Metanol | 4,0 - 100,0 | 11,10 | NTP 211.035 |
| Aldehídos (como acetaldehído) | 3,0 - 60,0 | 52,75 | NTP 211.035 |
| Furfural | ≤ 5,0 | No detectable | NTP 211.035 (Modificado) |
| Esteres (como acetato de etilo) | 10,0 - 330,0 | 13,73 | Por cálculo |
| - Formiato de etilo | - | No detectable | NTP 211.035 (Modificado) |
| - Acetato de etilo | 10,0 - 280,0 | 13,73 | NTP 211.035 |
| - Acetato de isoamilo | - | No detectable | NTP 211.035 (Modificado) |
| Alcoholes superiores (como alcoholes superiores totales) | 60,0 - 350,0 | 367,32 | Por cálculo |
| - Propanol | - | 26,39 | NTP 211.035 |
| - Isopropanol (2-propanol) | - | No detectable | NTP 211.035 (Modificado) |
| - Butanol | - | No detectable | NTP 211.035 |
| - Isobutanol (2-metilpropanol) | - | 71,44 | NTP 211.035 |
| - Alcohol amílico (2-metil-1-butanol), Alcohol isoamílico (3-metil-1-butanol) | - | 269,49 | NTP 211.035 |
| Total | 150,0 - 750,0 | 524,12 | Por cálculo |

(Unidad: mg/100mL alcohol anhidro)

V. DISCUSIONES

Los resultados del análisis bromatológico de la parte comestible del fruto de tuna maduro y variedad roja, procedente del distrito de San Bartolomé, Huarochirí – Lima, son los siguientes expresados en g/100g: humedad 86; cenizas 0,4; proteínas 0,5; extracto etéreo 0,1; fibra cruda 2,0 y carbohidratos 11,0. Estos valores se compararon con los de la Tabla de Composición de Alimentos-INS (2009): humedad 83,5; cenizas 0,4; proteínas 0,6; extracto etéreo 0,0; fibra cruda 3,7 y carbohidratos 12,2. Se observó que los resultados de cenizas, proteínas, extracto etéreo y carbohidratos obtenidos en el presente estudio son similares a los de la Tabla de Composición de Alimentos; sin embargo, los resultados de humedad y fibra cruda difieren relativamente. ⁽³¹⁾

De acuerdo con Arrizon, Calderón y Sandoval (2006), el fruto de tuna maduro y variedad roja procedente de San Luis de Potosí (México) presentó las siguientes características: 10-15cm de largo, ovalado, 53.42% (pulpa-semillas), 46.56% (pericarpio), 14,4 grados Brix y pH 4,5. Por otro lado, el fruto de tuna maduro y variedad roja procedente de San Bartolomé (Lima, Perú), el cual se usó en la preparación de los tratamientos, presentó las siguientes medias: 8.8 cm de largo, ovalado, 67.2% (pulpa-semillas), 32.8% (pericarpio), 11,0 grados Brix y pH 6,15. Por ello, se puede deducir que las características morfológicas y fisicoquímicas para el mismo fruto de tuna maduro y variedad roja pueden variar según el lugar de procedencia. ⁽¹⁾

Los tratamientos con pH inicial 4 (T2, T4, T6, T8, T10, T12, T14, T16, T18, T20, T22, T24) presentaron mayor consumo de azúcares directos y totales que los tratamientos con pH inicial 3,5 (T1, T3, T5, T7, T9, T11, T13, T15, T17, T19, T21, T23), por ello se puede deducir que los tratamientos con pH inicial 4 producen mayor alcohol que los tratamientos con pH inicial 3,5. Según Tahir, Aftab y Farasat (2010), el pH 4 es más efectivo con respecto a un pH 3,5 en cuanto a la producción de alcohol por parte de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* a la melaza de la caña de azúcar ⁽³²⁾. Adicionalmente, según Ferreyra et al (2009), la fermentación del jugo de naranja pasteurizado produce más alcohol a pH 4 que a pH 3,5, por parte de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* a una temperatura de 20°C. ⁽³³⁾

La acidez total de todos los tratamientos va aumentando y tiende a ser constante al final de la fermentación. Según Corazza, Rodrigues y Nozaki (2001), la acidez total se incrementó rápidamente al principio para luego permanecer constante al final de la fermentación del jugo de naranja por parte de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. ⁽³⁴⁾

El consumo de azúcares directos y totales presentó diferencias con respecto al tipo de materia prima. Los tratamientos de pulpa diluida (T1-T12) presentaron mayor consumo de azúcares reductores y totales con respecto a los tratamientos de pulpa de tuna con cáscara diluida (T13-T24). El tratamiento T6 (dilución 1:2 (pulpa: agua), dosis de levadura 0,4g/L y pH 4) fue el óptimo, ya que produjo más alcohol y en menor tiempo. Esto pudo ser debido a que el tratamiento T6 presentó menor dilución, mayor dosis de levadura y pH 4. Por otro lado, el tratamiento T18

(dilución 1:2 (pulpa con cáscara: agua), dosis de levadura 0,4g/L y pH 4) tiene los mismos parámetros de dilución, dosis de levadura y pH que el tratamiento T6; sin embargo, produce menor cantidad de alcohol, lo cual puede ser debido a que el tratamiento T18 presentó menor consumo de azúcares reductores directos y totales que el tratamiento T6.

Según estudios previos de Sam-Pin, Suk-Kyung y Young-Duck (2000), se inocularon diferentes dosis de levadura *Saccharomyces cerevisiae* a un jugo mixto de tuna y uva, siendo la fermentación alcohólica más efectiva la que presentó mayor concentración de levadura reduciendo los grados Brix de 22 a 7 en 7 días. En el presente estudio, también, las fermentaciones alcohólicas que culminaron primero fueron las que presentaron inóculos de levadura *Saccharomyces cerevisiae* de mayor concentración. Los tratamientos con mayor concentración de levadura presentaron las medias más bajas de grados Brix al final de la fermentación con respecto a los de menor concentración de levadura.

(35)

Los resultados de Arrizon, Calderón y Sandoval (2006) indicaron que una bebida alcohólica obtenida a partir de frutos maduros de tuna variedad amarilla montesa procedentes de San Luis de Potosí (México), fermentados por *Saccharomyces cerevisiae* y con aplicación previa de tratamiento térmico, presentaron menor concentración de alcoholes superiores con respecto al mismo tratamiento pero sin aplicación previa de tratamiento térmico. Se deduce que el tratamiento térmico generó hidrólisis de péptidos produciendo un incremento de los niveles de los aminoácidos precursores de los alcoholes superiores. Por lo tanto, el tratamiento

térmico que se aplicó a los tratamientos de este estudio permitió incrementar el valor de alcoholes superiores en la bebida alcohólica destilada. ⁽¹⁾

Garrido, Linares y Cárdenas (2008) realizaron un estudio de la composición de las fracciones de destilado durante la obtención de pisco a partir de uvas de las variedades torontel y quebranta. Según ellos, en ambos casos se observó una caída de los alcoholes superiores conforme avanza el proceso de destilación. Por ello, “extendiendo” el tiempo de “corte” cabeza-cuerpo se podría disminuir el valor de alcoholes superiores en la bebida alcohólica destilada. ⁽³⁶⁾

De acuerdo con Gutiérrez et al (2010), las levaduras óptimas para los fermentados de tuna son la *Saccharomyces cerevisiae* y la *Pichia fermentans*, las cuales fermentan de manera conjunta, siendo la levadura *Pichia fermentans* la que otorga una variedad de compuestos aromáticos al producto. Por ello, se podría mejorar el aroma de la bebida alcohólica destilada, inoculando al fermentado de tuna, además de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, la levadura *Pichia fermentans*. ⁽³⁷⁾

El rendimiento del proceso de destilación del tratamiento óptimo T6 con respecto al fruto de tuna fue de 16,7 kg de tuna/ L de bebida alcohólica destilada. Asimismo, el tratamiento T6 no consideró el uso de la cáscara de tuna. Por ello, la destilación del tratamiento T18, el cual tiene los mismos parámetros de fermentación de T6 y sí considera a la cáscara de la tuna, reduciría el costo de producción y por ello se tendría un mejor rendimiento, porque se utilizaría menos Kg de tuna para la obtención de bebida alcohólica destilada.

Los análisis fisicoquímicos que se realizaron a la bebida alcohólica destilada obtenida a partir de frutos de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller “tuna” tomó como referencia la NTP 211.00, la cual indica los parámetros de elaboración del pisco. Estos requisitos fueron adoptados debido a que el pisco también es elaborado a partir de un fruto (uva). Por ello, el fruto de tuna al igual que la uva son adecuados para la fermentación alcohólica (17,6 brix – materia prima de pulpa de tuna y 19,6 brix – mosto de uva moscatel). ⁽³⁸⁾

VI. CONCLUSIONES

- Los parámetros que permitieron un mayor rendimiento para la fermentación alcohólica de los frutos de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller “tuna” fueron pH 4,0, dilución 1:2 (pulpa: agua) y concentración de levadura 0.4 g/L.
- La bebida alcohólica destilada tuvo una graduación alcohólica de 48,00 %v/v y 0,05 g/L de extracto seco. El rendimiento del proceso de destilación fue 10%. El rendimiento del proceso de destilación, con respecto al fruto, fue de 1L de bebida alcohólica destilada / 16.7 kg de tuna.
- La bebida alcohólica destilada obtenida a partir de frutos de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller “tuna” cumple con todos los requisitos fisicoquímicos establecidos por la NTP 211.001 (para elaboración de pisco), con excepción de los alcoholes superiores totales. Presentando grado alcohólico 48,00 %v/v, extracto seco 0,05 g/L, y los siguientes resultados expresados en mg/ 100 mL de alcohol anhidro: acidez volátil (como ácido acético) 79,24; metanol 11,10, aldehídos (como acetaldehído) 52,75; furfural no detectable; ésteres (como acetato de etilo) 13,73; formiato de etilo no detectable; acetato de etilo 13,73; acetato de isoamilo no detectable y alcoholes superiores totales 367,32.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arrizon, J., Calderón, C. and Sandoval, G. Effect of different fermentation conditions on the kinetic parameters and production of volatiles compounds during the elaboration of a prickly pear distilled beverage. J. Ind. Microbiol Biotechnol. 2006; 33: 921-928.
2. Griffith, P. The origins of an important cactus crop, *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae): new molecular evidence. American Journal of Botany. 2004; 91 (11): 1915-1921.
3. Villalobos, E. Fisiología de la producción de los cultivos tropicales: Procesos Fisiológicos Básicos. 1ª edición. San José: Universidad de Costa Rica; 2001.
4. Ortiz-Laurel, H. and Mendez-Gallegos, S. Production of melcocha and queso de tuna from cactus pear fruit in the center of Mexico. Food Chain. 2000; 26: 20-21.
5. Díaz, M. Rescate del Colonche y elaboración de vino de tuna. Memorias del IX Congreso Nacional y VII Congreso Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Zacatecas; 2003. Pág. 256–259.
6. Mohammer, R., Stintzing, C. and Carle, R. Cactus Pear Fruits (*Opuntia* spp.): A Review of Processing Technologies and Current Uses. J. PACD. 2006; 8: 1-25.

7. Saenz, C. Food Products from Cladodes and Cactus Pears. J. PACD. 1996; 1: 89-97.

8. Distilleria F.lli Russo SNC. [Sede Web]. Italia: <http://www.russo.it/up/es/>; 2016. [Acceso 28 de agosto 2016].

Disponible en: <http://www.russo.it/up/es/prodotti/rosolio-di-ficodindia-delletna/>

9. Grupo Agroindustrial "Teotihuacano OMTEC". [Sede Web]. México: <http://agroindustriateotihuacano.jimdo.com>; 2016. [Acceso 28 de agosto 2016].

Disponible en: <http://agroindustriateotihuacano.jimdo.com/acerca-de/>

10. Empresa "Licores Chicome". [Sede Web]. México: <http://www.licoreschicome.com.mx>; 2016. [Acceso 28 de agosto 2016].

Disponible en: <http://www.licoreschicome.com.mx/productos/>

11. Empresa "Bodegas Hacienda La Jaula S.A. de C.V". [Sede Web]. México: <http://www.lajaula.com.mx>; 2016. [Acceso 28 de agosto 2016].

Disponible en: <http://www.lajaula.com.mx/esp-intro.html>

12. Empresa "Prickly Pear Products, LLC". [Sede Web]. USA: <http://www.pricklypearjuice.org>; 2016. [Acceso 28 de agosto 2016].

Disponible en: <http://www.pricklypearjuice.org/online-store.php>

13. Empresa “Transformadora Mexicana de Nopal”. [Sede Web]. México: <http://tmnopal.com.mx>; 2016. [Acceso 28 de agosto 2016].
Disponibile en: <http://tmnopal.com.mx/mermelada-de-tuna-de-nopal/>
14. Saenz, C. Processing technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia* spp.) fruits and cladodes. *J. Arid Environments*. 2000; 46: 229-225.
15. Empresa “Bio Source Naturals”. [Sede Web]. USA, Michigan: <http://www.biosourcenaturals.com>; 2016. [Acceso 28 de agosto 2016].
Disponibile en: <http://www.biosourcenaturals.com/store/>
16. Anderson, E. et al. *Cactus: Biology and uses*. Berkeley: Park S. Nobel, University of California Press; 2002.
17. Situación del Nopal en el Perú. Simposio: Importancia del nopal en el mundo. Memorias del X Congreso Nacional y VIII Internacional sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Chapingo: 2004.
18. Avendaño, E., Roeland, R., Risco, M., Martínez, A., Quispe, R., Pérez, L. et al. *Conociendo la cadena productiva de tuna y cochinilla en Ayacucho*. Ayacucho: Solid Perú; 2008.
19. Sánchez-Monge, E. *Diccionario de Plantas Agrícolas*. Ministerio de Agricultura. Madrid; 1980.

20. Hernández, H., Reyes A., J., Aguirre R. Systematic notes and a detailed description of *Opuntia ficus-indica* (L.) mill. (cactaceae). *Agrociencia* (México D.F.). 2005; 39 (4): 395-408.
21. Kuti, J. Growth and compositional changes during the development of prickly pear fruit. *J. Hort. Sci.* 1992; 67: 861-868.
22. Tomás G. et al. Estudio químico y fitoquímico de la *Opuntia ficus-indica* “tuna”, y elaboración de un alimento funcional. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím.* (Lima). 2012; 15 (1): 70-74.
23. Agozzino, P., Avellone, G., Ceraulo, L., Ferrugia, M., Filizzola, F. Volatile profiles of Sicilian Prickly Pear (*Opuntia ficus indica*) by SPME-GC/MS Analysis. *Ital. J. Food Sci.* 2005; 3 (17): 341-348.
24. García, F., Gil, M. y García, P. *Bebidas: Hostelería y Turismo*. Madrid: Thomson Paraninfo; 2004.
25. Norma Técnica Peruana NTP 211.001. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales – INDECOPI. *Bebidas Alcohólicas, Pisco, Requisitos*. Lima; 2006.
26. Viteri, F. Estudio del aguardiente y su aplicación dentro del ámbito gastronómico. [Tesis]. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial. 2012.

27. Fajardo E., Sarmiento S. Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de *Saccharomyce cereviseae*. [Tesis]. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana de Colombia. 2008.
28. Villanueva, E. Determinación de parámetros en la elaboración de un destilado de uvas pasas (*Vitis vinífera* L.) variedad Italia blanca a través de sus características físico químicas y sensoriales. [Tesis]. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. 2013.
29. Hidalgo, Y., Hatta, B. y Palma, J. Influencia del nivel de fermentación del vino base sobre algunos compuesto volátiles del pisco peruano de Uva Italia. Rev. Soc. Quím. Perú. (Lima). 2016; 82 (2): 128-141.
30. A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemist; Official Methods of Analysis, USA, 2012.
31. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición - INS. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Lima. MINSA. 2009.
32. Tahir, A., Aftab, M. And Farasat, T. Effect of Cultural Conditions on Ethanol Production by locally isolated *Saccharomyces cerevisiae* Bio-07. J. App. Pharm. 2010; 3(2):72-78.

33. Ferreyra, M., Schvab, M., Gerard, L., Zapata, L., Davies, C., Hours, A. Fermentación alcohólica de jugo de naranja con *S. Cerevisiae*. Ciencia, Docencia y Tecnología. 2009; 20(39): 143-158.
34. Corazza, M., Rodrigues, D., Nozaki, J. Preparación y caracterización del vino de naranja. Quim. Nova. 2001; 24(4): 449-452.
35. Sam-Pin, L., Suk-Kyung, L. and Young-Duck, H. Alcohol Fermentation of *Opuntia ficus* Fruit Juice. J. Food Sci. Nutr. 2000; 5(1): 32-36.
36. Garrido, A., Linares, T. y Cárdenas, L. Estudio de la composición de las fracciones de destilado en un proceso de obtención de pisco. Rev. Per. Quím. Ing. Quím. 2008; 11(2):19-22.
37. Gutiérrez, K., Rodríguez, G., Cárdenas, M., Botello, E., Jiménez, H., Rico, R. and Navarrete, J. A strategy for biotechnological processes design: prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) wine production. Chemical Engineering Transactions. 2010; 20:315-320.
38. Garrido, A., Linares, T. y Cárdenas, L. Estudio de la composición del pisco de diferentes variedades de uvas pisqueras desde el mosto hasta el producto (parte I – el mosto). Rev. Per. Quím. Ing. Quím. 2008; 11(1): 50-53.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda destilar el tratamiento que presenta los parámetros óptimos de fermentación (T6), pero sin aplicación previa del tratamiento térmico. Luego, evaluar la bebida alcohólica destilada obtenida y calcular su rendimiento.
2. Se recomienda destilar el tratamiento con cáscara de tuna que presenta los parámetros óptimos de fermentación (T18). Luego, evaluar la bebida alcohólica destilada obtenida y calcular su rendimiento.
3. Se sugiere evaluar la composición de las fracciones de destilado durante la obtención de la bebida alcohólica destilada.

IX. ANEXOS

Anexo N° 1: Clasificación taxonómica de la tuna roja, procedente del distrito de San Bartolomé, Huarochirí, Lima, Perú.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

CONSTANCIA N° 76-USM-2015

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (panca, fruto y flor) recibida de **Jon LIMA CLEMENTE**; ha sido estudiada y clasificada como: ***Opuntia ficus-indica* (L.) Miller** y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988).

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

SUBCLASE: CARYOPHYLLIDAE

ORDEN: CARYOPHYLLALES

FAMILIA: CACTACEAE

GENERO: *Opuntia*

ESPECIE: *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller

Nombre vulgar: "tuna"

Determinado por Dra. Mónica Arakaki.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para fines de estudios.

Fecha, 27 de abril de 2015

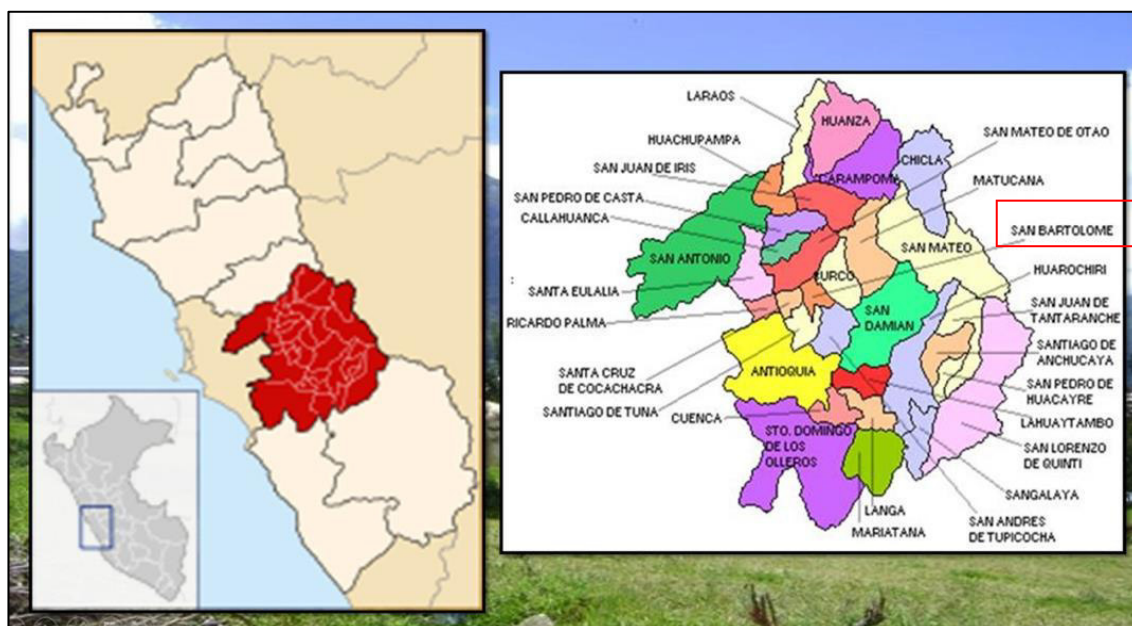


Dra. HAYDEE MONTOYA TERREROS
JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Anexo N° 2: Vista panorámica del distrito de San Bartolomé,
provincia de Huarochirí, departamento de Lima, Perú.



Anexo N° 3: Ubicación geográfica del distrito de San Bartolomé,
provincia de Huarochirí, departamento de Lima, Perú.



Anexo N° 4: Proceso de recolección de frutos de tuna (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) roja y madura, procedente del distrito de San Bartolomé, Huarochirí, Lima, Perú.



Anexo N° 5: Proceso de selección de frutos de tuna (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) roja y madura, procedente del distrito de San Bartolomé, Huarochirí, Lima, Perú.



Anexo N° 6: Pulpa de tuna (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) roja y madura, procedente del distrito de San Bartolomé, Huarochirí, Lima, Perú, luego del tratamiento térmico.



Anexo N° 7: Pulpa de tuna (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) con cáscara, roja y madura, procedente del distrito de San Bartolomé, Huarochirí, Lima, Perú, luego del tratamiento térmico.



Anexo N° 8: Ficha técnica del ácido cítrico de uso enológico.



Materias Primas

Código Ficha: AcidoCitrico/E

Revisión: n° 3 Octubre 199

Pag. 1/

ÁCIDO CÍTRICO

ESTABILIZANTE ANTIOXIDANTE

COMPOSICIÓN

Ácido cítrico

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Aspecto: polvo cristalino blanco incoloro, inodoro.

APLICACIONES

El ÁCIDO CÍTRICO es un válido complexante del hierro, con el que forma complejos solubles, lo cual previene las precipitaciones y los enturbiamientos producidos por este metal (oxidaciones, quiebra férrica, etc.). Esta propiedad también le permite desempeñar una acción sinergizante en la protección de las oxidaciones. En el vino y los mostos la aportación de ÁCIDO CÍTRICO produce un nivel suficiente de acidez. Un contenido de acidez adecuado es sumamente importante para la conservación del vino y prevenir sus enfermedades. El ÁCIDO CÍTRICO se emplea en numerosos productos alimentarios: bebidas en general, caramelos, conservas de pescado, frutas y hortalizas, helados, dulces en general, salsas, zumos y jarabes de fruta.

DOSIS

De 10 a 100 g/hL, conforme a las necesidades.

Una cantidad de 93 g/hL aumenta la acidez total en un 1‰.

En caso de vino y mostos, el límite legal en la UE es de 100 g/hL.

MODO DE EMPLEO

Disuélvase directamente el ÁCIDO CÍTRICO agitando constantemente en una parte del producto a tratar y a continuación añádase a la masa homogeneizándola con un remontado.

ENVASES Y CONDICIONES DE CONSERVACIÓN

Saco de 1 kg

Saco de 25 kg

Envase cerrado: consérvese el producto en lugar seco, fresco y ventilado.

Envase abierto: ciérrase con cuidado y consérvese como arriba indicado.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

| | ANHIDRO | MONOHIDRATO |
|----------------------------|-------------|------------------------|
| fórmula | $C_6H_8O_7$ | $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ |
| cenizas sulfatadas % | < 0.05 | < 0.05 |
| título % en seco | > 99.5 | > 99.5 |
| metales pesados (mg/kg Pb) | < 5 | < 5 |
| Plomo (mg/kg Pb) | < 1 | < 1 |
| Arsénico (mg/kg As) | < 1 | < 1 |
| Mercurio (mg/kg Hg) | < 1 | < 1 |

Los valores se han calculado con métodos Oficiales o bien con métodos desarrollados por la propia Esseco. La empresa está a disposición por si precisa otros datos que no se han detallado en esta ficha.

El producto cumple con las características marcadas por:

Decreto ministerial 26/04/69 (sustancias de uso enológico).

DIR 96/77/CE (Aditivos alimentarios).

Codex Oenologique International 1978.

Producto de uso enológico, con arreglo a lo marcado por:

CE 1493/99

srl
tino

(NO) Italy

+3921-790.300

+3921-790.307

CAPSUCOR QUIM PERU SRL

Jr. Tupac Amaru - 2724 - Pueblo Libre

Tel: 461 7882 - Telfax: 462 2768

E-mail: capsucor@yahoo.com

CAPSUCOR

TEL: 461-7882 / TELFAX: 462-2768

Anexo N° 9: Ficha técnica del metabisulfito de potasio (Winy®).



Sulfitante

WINY

Código ficha: Winy/es

Revisión: n°1 Abril 2009

Pag. 1/2

ANTIOXIDANTE ANTIBACTERINANO

COMPOSICIÓN

Metabisulfito de Potasio.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Aspecto: polvo cristalino blanco, con olor característico de anhídrido sulfuroso.

Aditivo indispensable en la enología por su múltiples funciones. En el mosto y en el vino WINY

- Añadido como antioxidante impide los fenómenos de pardeamiento, la pérdida de aromas, y aparición de gustos amargos y herbáceos;
- Bloquea la acción de los enzimas oxidásicos inactivándolos;
- Es un gran antimicrobiano impidiendo y ralentizando el desarrollo de la microflora indeseable;
- Desempeña una acción solvente sobre las células de las uvas acelerando los procesos de extracción de las sustancias fenólicas y de la materia colorante.

APLICACIONES.

Sulfitante de mostos y de los vinos.

WINY puede ser empleado también en la industria de las bebidas para la sulfitación del vinagre, cerveza, zumos, jarabes de fruta, licores a base de fruta y sidra.

WINY tiene numerosas aplicaciones en la industria alimentaria como ejemplo, el tratamiento de almidones y féculas; crustáceos, harina, fruta seca y escarchada, mermelada, productos homeados (excluido pan), productos en vinagre o en aceite, azúcar, etc.

DOSIS

El Reglamento CE 1493/99, apéndice V, especifica los siguientes límites, expresados como SO₂ total:

- a) 160 mg/l para los vinos tintos;
- b) 210 mg/l para los vinos blancos y rosados;
- c) 235 mg/l para los vinos espumosos.

Son posibles límites más restrictivos en algunos Estados.

Para los vinos espumosos con un contenido de azúcares residuales, expresados en azúcares reductores iguales o superiores a 5 g/l, los límites son los siguientes:

- a) 210 mg/l para vinos tintos;
 - b) 260 mg/l para los vinos blancos y rosados.
- 1 g de WINY libera cerca de 0,56 g de SO₂.

MODALIDAD DE USO

Disolver el producto en una poca de agua o vino, adicionarlos a la masa a tratar homogeneizándola.

ENVASES Y CONDICIONES DE CONSERVACIÓN.

Saco de 25 Kg

Bolsas de 1 Kg

Bolsas de 0,250

Confección cerrada: conservar el producto en un lugar seco, fresco y ventilado.

Confección abierta: Círrrese con cuidado y consérvese como se indica arriba y al amparo de la humedad.

El producto tiende a absover la humedad, apelmazándose y perdiendo la concentración en SO₂.

El proceso se acelera si se conserva en un lugar húmedo y cálido.

CAPSUCOR QUIM PERU SRL
Jr. Tupac Amaru - 7724 - Pueblo Libre
Telf: 461 7802 - Telfax: 462 2768
Email: capsucor@yahoo.com

tabisulfito de Potasio x 100 Lt. de mosto:

| | | |
|--|--|--------------|
| una Vendimia con uvas en buen estado usar: | Ferm: 10 gr - Final de Ferm : 6 gr - Embot: 4gr = 20 gr/hl | TOTAL |
| una Vendimia con uvas en mal estado usar: | Ferm: 15 gr - Final de Ferm : 8 gr - Embot: 3gr = 26 gr/hl | |

Dis Máxima : 30gr/100Lt. de Metab. de Potasio.

DEPARTAMENTO TÉCNICO : CAPSUCOR QUIM PERU SRL.

Anexo N° 10: Ficha técnica de *Saccharomyces cerevisiae* (variedad Bayanus) (Maurivin™)

REPRESENTANTE EN EL PERU
CAPSUCOR QUIM PERU S.R.L.

maurivin™

MAURIVIN PDM

PRODUCTO
Levadura para vino seco, activa y pura, seleccionada por su intensidad aromática media.

TIPO
Saccharomyces cerevisiae (var. Bayanus)

CARACTERISTICAS DE FERMENTACION

TASA DE FERMENTACION
Esta raza es ideal para ser utilizada a temperaturas bajas de fermentación debido a su vigor intrínseco. PDM es un fermentador constante a temperaturas bajas (8° a 15°C), de alta demanda de enfriado o control en la refrigeración. PDM presenta una tasa rápida de fermentación a temperaturas cálidas de (20° a 30°C) con un período de inactividad corto.

REQUERIMIENTO DE NITROGENO
La fermentación a altas temperaturas puede resultar en una reducción acelerada de amino nitrógeno libre en el mosto/jugo. En estas situaciones, puede requerir el agregado de nitrógeno libre o disponible.

TOLERANCIA AL ALCOHOL
Esta raza presenta una buena tolerancia al alcohol en el rango de 14-17% v/v.

ACIDEZ VOLATIL
Generalmente menor de 0.3g/L.

PRODUCCION DE ESPUMA
Es una raza con baja a moderada producción de espuma.

FLOCULACION
PDM presenta excelentes propiedades de sedimentación después de la fermentación alcohólica.

PRODUCCION DE SO₂
PDM se considera un productor bajo a moderado de SO₂ (hasta 40 mg/lit de SO₂ total).

CONTRIBUCION AL VINO
PDM aporta al vino niveles moderados a bajos de componentes aromáticos y de sabor. Es una raza de levadura muy codiciada por el enólogo, cuando requiere una contribución aromática sutil pero efectiva de la levadura.

APLICACIONES
Es una raza de levadura con propósitos generales, recomendada en la producción de vinos blancos y tintos, particularmente en varietales como Chardonnay, Chenin blanc, Sauvignon blanc, Semillón y Riesling. Cabernet sauvignon, Merlot y Syrah, por ejemplo. PDM también es adecuada para la producción de vinos método Champenoise.

EL USO DE LEVADURA ACTIVA SECA PARA VINO
Debe destacarse que no se requieren equipamientos especiales y el procedimiento puede realizarse en aproximadamente 30 minutos. El uso de agua fría o mosto que contenga preservantes, disminuirá significativamente la viabilidad de la levadura durante la rehidratación. Al rehidratar 20 a 40gr de levadura seca activa Maurivin en 100 litros de mosto/jugo se alcanza un mínimo de 5x10⁶ células viables de levadura por ml de mosto/jugo. Esta densidad de inoculación asegurará un rápido establecimiento de la fermentación y dominio sobre las levaduras indígenas.

- Rehidrate la levadura Maurivin por aspersión lenta en 5 a 10 veces su peso en agua limpia/jugo/mosto (sin SO₂) precalentado a 35°- 40°C. Se puede realizar una suave agitación para mejorar el humedecimiento de la levadura.
- Deje reposar por 15 minutos sin agitar.
- Ajuste la temperatura de la solución de levadura rehidratada con un margen de 5°C a la del mosto/jugo a ser inoculado. Esto se logra fácilmente añadiendo una cantidad suficiente de mosto/jugo a la suspensión de levadura rehidratada con intervalos de 5 minutos, para dar sucesivamente 5°C de reducción de temperatura.
- Utilizar la levadura dentro de los siguientes 30 minutos de rehidratada.
- Es recomendable que el mosto/jugo a ser inoculado esté a 15°C o más para evitar extensos períodos de inactividad.
- Una vez que la levadura está fermentando activamente, se debe realizar un cuidadoso control de la temperatura, para mantener una adecuada tasa de fermentación.

20-40
18024

REPRESENTANTE EN EL PERU
CAPSUCOR QUIM PERU S.R.L.

NUEVA DIRECCION:
CAPSUCOR QUIM PERU S.R.L.
Jr. Tupac Amaru N° 2724 - Pueblo Libre
Teléfono: 4622758

CAPSUCOR QUIM PERU S.R.L.
Jr. Tupac Amaru - 2724 - Pueblo Libre
Teléfono: 461 7882 - Telfax: 462 2758
E-mail: capsucor@yahoo.com



Anexo N° 11: Reporte analítico de la bebida alcohólica destilada de tuna.



CERTILAB

INFORME DE ENSAYO N° N3287 - 2015

Solicitante: LIMA CLEMENTE JON RAMIRO ROSENDO
Dirección: Mz. R Lte. 21 - Urb. Los Angeles - Ate Vitarte - Lima - Lima
Solicitud de Ensayo N°: 2175-2015/N
Nombre del Producto: PISCO DE TUNA SIN CÁSCARA
Nombre Genérico: BEBIDA ALCOHÓLICA DESTILADA
Identificación comercial: "SAN BARTOLOME"
Características de la muestra: F.P.: 27/08/15
(proporcionado por el solicitante)
Cantidad recibida: 1500 mL.
Presentación: Envasado en 02 botellas de vidrio transparentes, debidamente selladas de 750 mL c/u.
Fecha de recepción: 12 de noviembre de 2015
Fecha de ejecución de ensayos: Del 16 al 18 de noviembre de 2015

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

| N° | Ensayo | Resultado | Unidades |
|----|---|---------------|-------------|
| 01 | Extracto seco total | 0,05 | g/L |
| 02 | Grado Alcohólico | 48,00 | v/v |
| 03 | Esteres (como acetato de etilo) | 13,73 | mg/100mL AA |
| 04 | Formiato de etilo | No detectable | mg/100mL AA |
| 05 | Acetato de etilo | 13,73 | mg/100mL AA |
| 06 | Acetato de iso-amilo | No detectable | mg/100mL AA |
| 07 | Furfural | No detectable | mg/100mL AA |
| 08 | Aldehídos, como Acetaldehído | 52,73 | mg/100mL AA |
| 09 | Alcoholes superiores, como alcoholes superiores totales | 367,32 | mg/100mL AA |
| 10 | Iso-propanol | No detectable | mg/100mL AA |
| 11 | Propanol | 26,39 | mg/100mL AA |
| 12 | Butanol | No detectable | mg/100mL AA |
| 13 | Iso-Butanol | 71,44 | mg/100mL AA |
| 14 | 3-metil-1-butanol/2-metil-1-butanol (Iso/Teramílico) | 269,49 | mg/100mL AA |
| 15 | Acidez volátil (como ácido acético) | 79,24 | mg/100mL AA |
| 16 | Alcohol metílico | 11,10 | mg/100mL AA |
| 17 | Total componentes volátiles y congéneres | 524,12 | mg/100mL AA |

AA: Alcohol Anhidro

Métodos de ensayo utilizados:

01. NTP 211.041: 2012 BEBIDAS ALCOHOLICAS. Método de ensayo. Determinación de extracto seco total.
02. NTP 211.052: 2013 BEBIDAS ALCOHOLICAS. Métodos de ensayo. Determinación del grado alcohólico volumétrico. 1a. edición.
03. Por cálculo.
04. NTP 211.035 (Modificado): 2008 BEBIDAS ALCOHOLICAS. Método de ensayo. Determinación de metanol y de congéneres en bebidas alcohólicas y en alcohol etílico empleado en su elaboración, mediante cromatografía de gases.
05. NTP 211.035: 2008 BEBIDAS ALCOHOLICAS. Método de ensayo. Determinación de metanol y de congéneres en bebidas alcohólicas y en alcohol etílico empleado en su elaboración, mediante cromatografía de gases.
06. NTP 211.035 (Modificado): 2008 BEBIDAS ALCOHOLICAS. Método de ensayo. Determinación de metanol y de congéneres en bebidas alcohólicas y en alcohol etílico empleado en su elaboración, mediante cromatografía de gases.
07. NTP 211.035 (Modificado): 2008 BEBIDAS ALCOHOLICAS. Método de ensayo. Determinación de metanol y de congéneres en bebidas alcohólicas y en alcohol etílico empleado en su elaboración, mediante cromatografía de gases.

Informe de Ensayo N° N3287-2015

Pág. 1 de 2

CERTIFICADORA Y LABORATORIOS ALAS PERUANAS S.A.C.

Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ

Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-5062 Telefax: 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com



CERTILAB

08. NTP 211.035: 2008 BEBIDAS ALCOHOLICAS. Método de ensayo. Determinación de metanol y de congéneres en bebidas alcohólicas y en alcohol etílico empleado en su elaboración, mediante cromatografía de gases.
09. Por cálculo.
10. NTP 211.035 (Modificado): 2008 BEBIDAS ALCOHOLICAS. Método de ensayo. Determinación de metanol y de congéneres en bebidas alcohólicas y en alcohol etílico empleado en su elaboración, mediante cromatografía de gases.
11. NTP 211.035: 2008 BEBIDAS ALCOHOLICAS. Método de ensayo. Determinación de metanol y de congéneres en bebidas alcohólicas y en alcohol etílico empleado en su elaboración, mediante cromatografía de gases.
12. NTP 211.035: 2008 BEBIDAS ALCOHOLICAS. Método de ensayo. Determinación de metanol y de congéneres en bebidas alcohólicas y en alcohol etílico empleado en su elaboración, mediante cromatografía de gases.
13. NTP 211.035: 2008 BEBIDAS ALCOHOLICAS. Método de ensayo. Determinación de metanol y de congéneres en bebidas alcohólicas y en alcohol etílico empleado en su elaboración, mediante cromatografía de gases.
14. NTP 211.035: 2008 BEBIDAS ALCOHOLICAS. Método de ensayo. Determinación de metanol y de congéneres en bebidas alcohólicas y en alcohol etílico empleado en su elaboración, mediante cromatografía de gases.
15. NTP 211.040: 2012 BEBIDAS ALCOHOLICAS. Método de ensayo. Determinación de acidez.
16. NTP 211.035: 2008 BEBIDAS ALCOHOLICAS. Método de ensayo. Determinación de metanol y de congéneres en bebidas alcohólicas y en alcohol etílico empleado en su elaboración, mediante cromatografía de gases.
17. Por cálculo.

OBSERVACIONES: Límite de detección: Formiato de Etilo: 0,72 mg/100mL AA; Acetato de iso-amilo: 0,94 mg/100mL AA; Furfural: 0,84 mg/100mL AA; Iso-propanol: 0,75 mg/100mL AA; Butanol: 0,85 mg/100mL AA.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relaciona únicamente a las muestras analizadas. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- El muestreo, las condiciones de muestreo y transporte de la muestra hasta su ingreso a CERTILAB es responsabilidad del solicitante.
- **Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.**
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de CERTILAB.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 18 de noviembre de 2015




Q.E. Lisly Sotomayor Inga
Laboratorio de Físico Química
CQFP: 11894 LIMA

Informe de Ensayo N° 83287-2015

Pág. 2 de 2

CERTIFICADORA Y LABORATORIOS ALAS PERUANAS S.A.C.

Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ

Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-5062 Telefax: 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com

Anexo N° 12: Norma Técnica Peruana (NTP) 211.001.

NORMA TÉCNICA

NTP 211.001

PERUANA

71 de 11

BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Pisco. Requisitos

1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos que debe cumplir el Pisco.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

2.1 Normas Técnicas Peruanas

| | | |
|-------|------------------|--|
| 2.1.1 | NTP 210.001:2003 | BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Extracción de muestras |
| 2.1.2 | NTP 210.027:2004 | BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Rotulado |
| 2.1.3 | NTP 209.038:2003 | ALIMENTOS ENVASADOS. Etiquetado |
| 2.1.4 | NTP 210.003:2003 | BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Determinación del grado alcohólico volumétrico. Método por picnometría. |
| 2.1.5 | NTP 210.022:2003 | BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Método de ensayo. Determinación del metanol. |

- | | | |
|--------|------------------|---|
| 2.1.6 | NTP 210.025:2003 | BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Método de ensayo. Determinación de furfural. |
| 2.1.7 | NTP 211.035:2003 | BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Método de ensayo. Determinación de metanol y de congéneres en bebidas alcohólicas y en alcohol etílico empleado en su elaboración, mediante cromatografía de gases. |
| 2.1.8 | NTP 211.038:2003 | BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Método de ensayo. Determinación de aldehídos |
| 2.1.9 | NTP 211.040:2003 | BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Método de ensayo. Determinación de acidez. |
| 2.1.10 | NTP 211.041:2003 | BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Método de ensayo. Determinación de extracto seco total. |

2.2 Norma Metrología Peruana

NMP 001:1995 PRODUCTOS ENVASADOS. Rotulado

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a los tipos de Piscos indicados en el Capítulo 5 CLASIFICACIÓN.

4. DEFINICIÓN

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplica la siguiente definición:

pisco: Es el aguardiente obtenido exclusivamente por destilación de mostos frescos de “Uvas Pisqueras” recientemente fermentados, utilizando métodos que mantengan el principio tradicional de calidad establecido en las zonas de producción reconocidas¹.

5. CLASIFICACIÓN

5.1 Pisco puro: Es el Pisco obtenido exclusivamente de una sola variedad de uva pisquera.

5.2 Pisco mosto verde: Es el Pisco obtenido de la destilación de mostos frescos de uvas pisqueras con fermentación interrumpida

5.3 Pisco acholado: Es el Pisco obtenido de la mezcla de:

- Uvas Pisqueras, aromáticas y/o no aromáticas.
- Mostos de uvas pisqueras aromáticas y/o no aromáticas.
- Mostos frescos completamente fermentados (vinos frescos) de uvas aromáticas y/o no aromáticas.
- Piscos provenientes de uvas pisqueras aromáticas y/o no aromáticas.

6. ELABORACIÓN Y EQUIPOS

6.1 Elaboración:

6.1.1 Variedades de uvas pisqueras: El Pisco debe ser elaborado exclusivamente utilizando las variedades de uva de la especie *Vitis Vinifera* L, denominadas "Uvas Pisqueras" y cultivadas en las zonas de producción reconocidas. Estas son:

¹ D.S. N° 001-91-ICTI/IND

6.1.1.1 Quebranta

6.1.1.2 Negra Criolla

6.1.1.3 Mollar

6.1.1.4 Italia

6.1.1.5 Moscatel

6.1.1.6 Albilla

6.1.1.7 Torontel

6.1.1.8 Uvina²

6.1.2 Son uvas no aromáticas las uvas Quebranta, Negra Criolla, Mollar y Uvina; y uvas aromáticas las uvas Italia, Moscatel, Albilla y Torontel.

6.1.3 Los equipos, máquinas, envases y otros materiales utilizados en la elaboración de Pisco así como la instalación o área de proceso deben cumplir con los requisitos sanitarios establecidos por la entidad competente para asegurar la calidad del producto.

6.1.4 El proceso de fermentación puede realizarse sin maceración o con maceración parcial o completa de orujos de uvas pisqueras, controlando la temperatura y el proceso de degradación de los azúcares del mosto.

² Variedad aceptada para elaborar pisco, hasta obtener la opinión favorable de la OIV (la misma que deberá ser obtenida en un plazo no mayor de 3 años), cuyo cultivo y producción se circunscribe únicamente a los distritos de Lunahuaná, Pacarán y Zúñiga (zona de producción reconocida con D.S. 001-91-ICTI/IND)

6.1.5 El inicio de la destilación de los mostos fermentados debe realizarse inmediatamente después de concluida su fermentación, a excepción del Pisco mosto verde.

6.1.6 El Pisco debe tener un reposo mínimo de tres (03) meses en recipientes de vidrio, acero inoxidable o cualquier otro material que no altere sus características físicas, químicas y organolépticas antes de su envasado y comercialización con el fin de promover la evolución de los componentes alcohólicos y mejora de las propiedades del producto final.

6.1.7 El Pisco debe estar exento de coloraciones, olores y sabores extraños causados por agentes contaminantes o artificiales que no sean propios de la materia prima utilizada.

6.1.8 El Pisco no debe contener impurezas de metales tóxicos o sustancias que causen daño al consumidor.

6.2 Equipos: La elaboración de Pisco será por destilación directa y discontinua, separando las cabezas y colas para seleccionar únicamente la fracción central del producto llamado cuerpo o corazón. Los equipos serán fabricados de cobre o estaño; se puede utilizar pailas de acero inoxidable. A continuación se describen estos equipos:

6.2.1 Falca: Consta de una olla, paila o caldero donde se calienta el mosto recientemente fermentado y, por un largo tubo llamado "Cañón" por donde recorre el destilado, que va angostándose e inclinándose a medida que se aleja de la paila y pasa por un medio frío, generalmente agua que actúa como refrigerante. A nivel de su base está conectado un caño o llave para descargar las vinazas o residuos de la destilación. Véase Figura 1.

Se permite también el uso de un serpentín sumergido en la misma alberca o un segundo tanque con agua de renovación continua conectando con el extremo del "Cañón".

6.2.2 Alambique: Consta de una olla, paila o caldero donde se calienta el mosto recientemente fermentado, los vapores se elevan a un capitel, cachimba o sombrero de moro para luego pasar a través de un conducto llamado "Cuello de cisne" llegando finalmente a un serpentín o condensador cubierto por un medio refrigerante, generalmente agua. Véase Figura 2.

6.2.3 Alambique con calienta vinos: Además de las partes que constituyen el alambique, lleva un recipiente de la capacidad de la paila, conocido como "Calentador", instalado entre ésta y el serpentín. Calienta previamente al mosto con el calor de los vapores que vienen de la paila y que pasan por el calentador a través de un serpentín instalado en su interior por donde circulan los vapores provenientes del cuello de cisne intercambiando calor con el mosto allí depositado y continúan al serpentín de condensación. Véase Figura 3.

No se permitirán equipos que tengan columnas rectificadoras de cualquier tipo o forma ni cualquier elemento que altere durante el proceso de destilación, el color, olor, sabor y características propias del Pisco.

7. REQUISITOS

7.1 Requisitos organolépticos

El Pisco debe presentar los requisitos organolépticos indicados en la Tabla 1

TABLA 1 - Requisitos organolépticos del pisco

| REQUISITOS ORGANOLÉPTICOS | PISCO | | | |
|---------------------------|--|---|---|---|
| DESCRIPCIÓN | PISCO PURO: DE UVAS NO AROMÁTICAS | PISCO PURO: DE UVAS AROMÁTICAS | PISCO ACHOLADO | PISCO MOSTO VERDE |
| ASPECTO | Claro, límpido y brillante | Claro, límpido y brillante | Claro, límpido y brillante | Claro, límpido y brillante |
| COLOR | Incoloro | Incoloro | Incoloro | Incoloro |
| OLOR | Ligeramente alcoholizado, no predomina el aroma a la materia prima de la cual procede, limpio, con estructura y equilibrio, exento de cualquier elemento extraño. | Ligeramente alcoholizado, recuerda a la materia prima de la cual procede, frutas maduras o sobre maduras, intenso, amplio, perfume fino, estructura y equilibrio, exento de cualquier elemento extraño. | Ligeramente alcoholizado, intenso, recuerda ligeramente a la materia prima de la cual procede, frutas maduras o sobre maduras, muy fino, estructura y equilibrio, exento de cualquier elemento extraño. | Ligeramente alcoholizado, intenso, no predomina el aroma a la materia prima de la cual procede o puede recordar ligeramente a la materia prima de la cual procede, ligeras frutas maduras o sobre maduras, muy fino, delicado, con estructura y equilibrio, exento de cualquier |
| SABOR | Ligeramente alcoholizado, ligero sabor, no predomina el sabor a la materia prima de la cual procede, limpio, con estructura y equilibrio, exento de cualquier elemento extraño | Ligeramente alcoholizado, sabor que recuerda a la materia prima de la cual procede, intenso, con estructura y equilibrio, exento de cualquier elemento extraño | Ligeramente alcoholizado, ligero sabor que recuerda ligeramente a la materia prima de la cual procede, intenso, muy fino, con estructura y equilibrio, exento de cualquier elemento extraño | Ligeramente alcoholizado, no predomina el sabor a la materia prima de la cual procede o puede recordar ligeramente a la materia prima de la cual procede, muy fino y delicado, aterciopelado, con estructura y equilibrio, exento de cualquier elemento extraño |

7.1.1 El Pisco no debe presentar olores y sabores o elementos extraños que recuerden a aromas y sabores de sustancias químicas y sintéticos que recuerden al barniz, pintura, acetona, plástico y otros similares; sustancias combustibles que recuerden a kerosene, gasolina y otros similares; sustancias en descomposición que recuerden a abombado; sustancias empireumáticas que recuerden a quemado, leña, humo, ahumado o cocido y otros similares así como otros semejantes a las grasas, leche fermentada y caucho.

7.1.2 Los olores y sabores enunciados líneas arriba son referenciales y no limitados.

7.2 Requisitos físico-químicos

7.2.1 El Pisco debe presentar los requisitos físicos y químicos indicados en la Tabla 2.

TABLA 2 - Requisitos físicos y químicos del pisco

| REQUISITOS FÍSICOS Y QUÍMICOS | Mínimo | Máximo | Tolerancia al valor declarado | Método de ensayo |
|---|---------------|---------------|--------------------------------------|-------------------------|
| Grado alcohólico volumétrico a 20/20 °C | 38,0 | 48,0 | +/- 1,0 | NTP 210.003:2003 |
| Extracto seco a 100 °C (g/l) | - | 0,6 | | NTP 211.041:2003 |
| COMPONENTES VOLÁTILES Y CONGÉNERES (mg/100 ml A.A.) ⁽²⁾ | | | | |
| Esteres, como acetato de etilo | 10,0 | 330,0 | | NTP 211.035:2003 |
| Formiato de etilo ⁽³⁾ | - | - | | |
| Furfural | - | 5,0 | | NTP 210.025:2003 |
| Aldehídos, como acetaldehído | 3,0 | 60,0 | | NTP 211.038:2003 |
| Alcoholes superiores, como alcoholes superiores totales | 60,0 | 350,0 | | NTP 211.035:2003 |
| Iso-Propanol ⁽⁴⁾ | - | - | | |
| Propanol ⁽⁵⁾ | - | - | | |
| Butanol ⁽⁵⁾ | - | - | | |
| Acidez volátil (como ácido acético) | - | 200,0 | | NTP 211.040:2003 |
| Alcohol metílico | | | | NTP 210.022:2003 |
| Pisco Puro y Mosto Verde de uvas no aromáticas | 4,0 | 100,0 | | |
| TOTAL COMPONENTES VOLÁTILES Y CONGÉNERES | 150,0 | 750,0 | | |

NOTAS ADICIONALES AL CUADRO N°2:

- (1) Esta tolerancia se aplica al valor declarado en la etiqueta pero de ninguna manera

deberá permitirse valores de grado alcohólico menores a 38 ni mayores a 48.

(2) Se consideran componentes **volátiles y congéneres del Pisco**, las siguientes sustancias: ésteres, furfural, ácido acético, aldehídos, alcoholes superiores y alcohol metílico.

(3) Es posible que no estén presentes, pero de estarlos la suma con el acetato de etilo no debe sobre pasar 330 mg. / 100 ml.

(4) Es posible que no esté presente.

(5) Deben estar presentes sin precisar exigencias de máximos y mínimos

8. MUESTREO

Las muestras se deberán extraer de conformidad con la NTP 210.001.

9. MÉTODOS DE ENSAYO

Los métodos de ensayo a seguir serán los establecidos en el capítulo 2 de esta NTP.

10. ROTULADO

10.1 El rotulado debe estar de acuerdo con la NTP 210.027, NTP 209.038 y NMP 001.

10.2 En la etiqueta se debe indicar la variedad de la uva pisquera y el valle de ubicación de la bodega elaboradora.

10.3 El uso de la denominación de la “Zona de Producción” está reservado exclusivamente al Pisco que se elabore y envase en la misma zona de donde proceden las uvas pisqueras utilizadas en su elaboración.

11. ENVASE

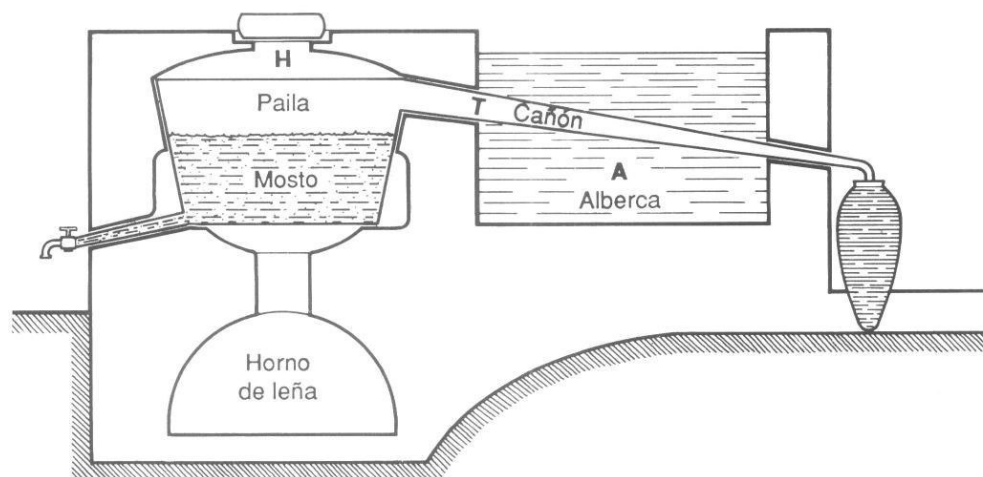
11.1 El recipiente utilizado para conservar, trasladar y envasar el Pisco debe ser sellado, no deformable y de vidrio neutro u otro material que no modifique el color natural del mismo y no transmita olores, sabores y sustancias extrañas que alteren las características propias del producto.

11.2 El envase utilizado para comercializar el Pisco debe ser sellado y sólo de vidrio o cerámica.

11.3 El envase debe proteger al Pisco de la contaminación.

12. ANTECEDENTE

12.1 NTP 211.001:2002 Bebidas Alcohólicas. Pisco. Requisito



**FIGURA 1 -
Falca**

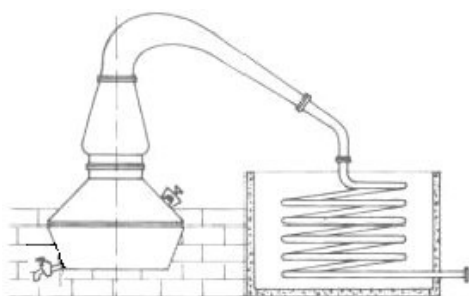


FIGURA 2 – Alambique

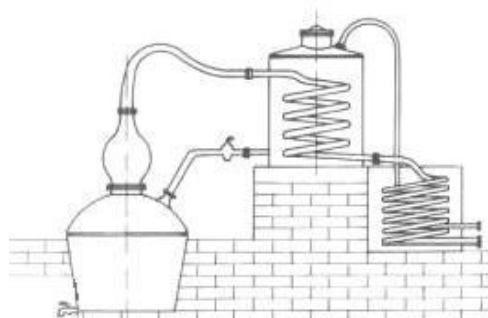


FIGURA 3 – Alambique con calentavinos

Anexo N° 13: Valores de pH durante la fermentación de los tratamientos.

Tabla N° 34 : Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 1.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 3.51 | 3.45 | 3.37 | 3.34 | 3.30 | 3.24 | 3.22 | 3.19 | 3.13 | 3.10 | 3.08 |
| s | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 |
| CV% | 0.00 | 0.33 | 0.34 | 0.35 | 0.35 | 0.36 | 0.18 | 0.36 | 0.37 | 0.56 | 0.37 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 35 : Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 2.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 4.01 | 3.96 | 3.82 | 3.56 | 3.37 | 3.32 | 3.28 | 3.24 | 3.20 | 3.17 | 3.15 |
| s | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| CV% | 0.14 | 0.15 | 0.45 | 0.32 | 0.17 | 0.17 | 0.35 | 0.53 | 0.18 | 0.55 | 0.55 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 36 : Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 3.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 3.50 | 3.43 | 3.35 | 3.33 | 3.29 | 3.22 | 3.19 | 3.17 | 3.11 | 3.08 | 3.06 |
| s | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| CV% | 0.33 | 0.34 | 0.17 | 0.17 | 0.35 | 0.54 | 0.36 | 0.18 | 0.37 | 0.37 | 0.19 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 37: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 4.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 4.01 | 3.92 | 3.80 | 3.45 | 3.32 | 3.26 | 3.23 | 3.20 | 3.15 | 3.14 |
| s | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.04 | 0.01 | 0.01 |
| CV% | 0.14 | 0.29 | 0.46 | 0.33 | 0.52 | 0.35 | 0.36 | 1.26 | 0.37 | 0.37 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 38: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 5.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 3.51 | 3.42 | 3.32 | 3.30 | 3.27 | 3.22 | 3.18 | 3.14 | 3.06 | 3.04 |
| s | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| CV% | 0.16 | 0.34 | 0.17 | 0.35 | 0.53 | 0.18 | 0.54 | 0.18 | 0.38 | 0.19 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 39: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 6.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 4.00 | 3.89 | 3.78 | 3.37 | 3.29 | 3.22 | 3.18 | 3.14 | 3.14 |
| s | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| CV% | 0.29 | 0.30 | 0.15 | 0.17 | 0.53 | 0.54 | 0.18 | 0.37 | 0.18 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 40: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 7.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 3.51 | 3.47 | 3.44 | 3.40 | 3.25 | 3.19 | 3.16 | 3.16 | 3.14 | 3.10 | 3.06 | 3.04 |
| s | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 |
| CV% | 0.16 | 0.50 | 0.50 | 0.17 | 0.35 | 0.36 | 0.37 | 0.18 | 0.18 | 0.56 | 0.38 | 0.57 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 41: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 8.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 4.01 | 3.83 | 3.68 | 3.34 | 3.28 | 3.25 | 3.21 | 3.20 | 3.19 | 3.16 | 3.14 |
| s | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.06 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| CV% | 0.14 | 0.45 | 0.16 | 0.52 | 0.53 | 0.35 | 1.98 | 0.72 | 0.54 | 0.27 | 0.28 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 42: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 9.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 3.50 | 3.45 | 3.42 | 3.37 | 3.20 | 3.18 | 3.15 | 3.14 | 3.11 | 3.06 | 3.05 | 3.03 |
| s | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 |
| CV% | 0.33 | 0.17 | 0.51 | 0.51 | 0.36 | 0.18 | 0.55 | 0.18 | 0.19 | 0.38 | 0.19 | 0.57 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 43: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 10.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 4.01 | 3.77 | 3.62 | 3.31 | 3.23 | 3.20 | 3.19 | 3.17 | 3.15 | 3.15 | 3.12 |
| s | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 |
| CV% | 0.14 | 0.15 | 0.48 | 0.17 | 0.18 | 0.54 | 0.36 | 0.55 | 0.37 | 0.18 | 0.56 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 44: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 11.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 3.51 | 3.42 | 3.40 | 3.33 | 3.16 | 3.14 | 3.12 | 3.09 | 3.07 | 3.04 | 3.03 | 3.03 |
| s | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| CV% | 0.16 | 0.34 | 0.51 | 0.17 | 0.37 | 0.37 | 0.56 | 0.37 | 0.38 | 0.38 | 0.38 | 0.19 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 45: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 12.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 4.00 | 3.74 | 3.57 | 3.28 | 3.20 | 3.21 | 3.18 | 3.15 | 3.15 | 3.11 |
| s | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 |
| CV% | 0.29 | 0.46 | 0.32 | 0.26 | 0.54 | 0.18 | 0.18 | 0.37 | 0.18 | 0.56 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 46: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 13.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 3.51 | 3.40 | 3.32 | 3.26 | 3.17 | 3.11 | 3.04 | 3.01 | 2.97 | 2.95 |
| s | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| CV% | 0.16 | 0.51 | 0.52 | 0.35 | 0.55 | 0.37 | 0.57 | 0.38 | 0.39 | 0.20 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 47: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 14.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 4.01 | 3.83 | 3.61 | 3.40 | 3.23 | 3.12 | 3.09 | 3.04 | 3.01 | 2.98 |
| s | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| CV% | 0.00 | 0.45 | 0.16 | 0.51 | 0.18 | 0.37 | 0.19 | 0.57 | 0.39 | 0.48 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 48: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 15.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 3.51 | 3.37 | 3.28 | 3.19 | 3.11 | 3.02 | 2.98 | 2.96 | 2.95 | 2.92 |
| s | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| CV% | 0.16 | 0.34 | 0.18 | 0.18 | 0.19 | 0.38 | 0.58 | 0.39 | 0.20 | 0.39 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 49: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 16.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 4.00 | 3.77 | 3.53 | 3.33 | 3.12 | 3.07 | 3.04 | 3.01 | 2.98 | 2.97 |
| s | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 |
| CV% | 0.29 | 0.31 | 0.49 | 0.17 | 0.37 | 0.38 | 0.38 | 0.77 | 0.58 | 0.39 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 50: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 17.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 3.50 | 3.34 | 3.20 | 3.10 | 3.00 | 2.97 | 2.94 | 2.93 | 2.91 | 2.92 |
| s | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| CV% | 0.33 | 0.35 | 0.36 | 0.37 | 1.15 | 0.58 | 0.39 | 0.59 | 0.40 | 0.20 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 51: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 18.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 4.01 | 3.74 | 3.44 | 3.25 | 3.04 | 3.01 | 2.97 | 2.95 | 2.94 |
| s | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 |
| CV% | 0.00 | 0.31 | 0.50 | 0.18 | 0.76 | 0.77 | 0.39 | 0.59 | 0.29 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 52: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 19.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 3.51 | 3.47 | 3.45 | 3.36 | 3.22 | 3.11 | 3.08 | 3.02 | 2.97 | 2.91 | 2.87 |
| s | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| CV% | 0.00 | 0.33 | 0.17 | 0.52 | 0.18 | 0.37 | 0.19 | 0.38 | 0.19 | 0.40 | 0.40 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 53: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 20.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 4.01 | 3.74 | 3.47 | 3.34 | 3.28 | 3.19 | 3.14 | 3.06 | 3.01 | 2.96 | 2.94 |
| s | 0.00 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| CV% | 0.00 | 0.31 | 0.50 | 0.52 | 0.18 | 0.18 | 0.18 | 0.57 | 0.58 | 0.39 | 0.20 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 54: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 21.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 3.51 | 3.45 | 3.40 | 3.27 | 3.07 | 3.01 | 2.97 | 2.93 | 2.89 | 2.85 | 2.83 |
| s | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| CV% | 0.00 | 0.17 | 0.34 | 0.18 | 0.94 | 0.77 | 0.39 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 55: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 22.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 4.01 | 3.65 | 3.37 | 3.26 | 3.18 | 3.11 | 3.05 | 3.00 | 2.96 | 2.93 | 2.90 |
| s | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 |
| CV% | 0.00 | 0.16 | 0.17 | 0.35 | 0.54 | 0.37 | 0.57 | 0.58 | 0.39 | 0.20 | 0.60 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 56: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 23.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 3.50 | 3.42 | 3.34 | 3.16 | 3.01 | 2.93 | 2.88 | 2.81 | 2.78 | 2.77 | 2.72 |
| s | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.01 |
| CV% | 0.33 | 0.34 | 0.17 | 0.18 | 0.77 | 0.39 | 0.40 | 0.82 | 0.83 | 0.21 | 0.42 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 57: Resultados de pH durante la fermentación del tratamiento 24.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 4.00 | 3.60 | 3.30 | 3.15 | 3.08 | 3.01 | 2.97 | 2.93 | 2.90 | 2.88 |
| s | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 |
| CV% | 0.29 | 0.24 | 0.35 | 0.18 | 0.56 | 0.38 | 0.39 | 0.39 | 0.60 | 0.20 |

(\bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Anexo N° 14: Valores de acidez total durante la fermentación de los tratamientos.

Tabla N° 58: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 1.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.90 | 2.14 | 2.34 | 2.56 | 2.77 | 3.11 | 3.54 | 3.78 | 4.03 | 4.26 | 4.49 |
| s | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.09 | 0.05 | 0.02 |
| CV% | 2.43 | 2.69 | 1.98 | 1.81 | 1.88 | 1.85 | 1.31 | 1.37 | 2.15 | 1.09 | 0.34 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 59: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 2.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.19 | 1.66 | 2.07 | 2.39 | 2.71 | 3.20 | 3.44 | 3.69 | 3.88 | 4.01 | 4.09 |
| s | 0.01 | 0.05 | 0.06 | 0.04 | 0.08 | 0.09 | 0.06 | 0.04 | 0.08 | 0.06 | 0.01 |
| CV% | 0.73 | 2.79 | 2.78 | 1.69 | 2.77 | 2.71 | 1.68 | 1.09 | 1.93 | 1.44 | 0.24 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 60: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 3.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.90 | 2.27 | 2.52 | 2.79 | 3.10 | 3.51 | 3.82 | 4.05 | 4.21 | 4.40 | 4.49 |
| s | 0.05 | 0.06 | 0.03 | 0.04 | 0.08 | 0.05 | 0.07 | 0.10 | 0.05 | 0.04 | 0.01 |
| CV% | 2.43 | 2.80 | 1.38 | 1.45 | 2.61 | 1.32 | 1.81 | 2.57 | 1.10 | 0.92 | 0.13 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 61: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 4.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.19 | 1.77 | 2.18 | 2.57 | 2.98 | 3.56 | 3.89 | 4.15 | 4.37 | 4.50 |
| s | 0.01 | 0.05 | 0.03 | 0.08 | 0.09 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.01 |
| CV% | 0.73 | 2.61 | 1.59 | 2.92 | 3.15 | 2.11 | 2.08 | 1.95 | 2.11 | 0.13 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 62: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 5.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.90 | 2.35 | 2.69 | 3.00 | 3.41 | 3.81 | 4.03 | 4.25 | 4.39 | 4.50 |
| s | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 0.08 | 0.03 | 0.05 | 0.07 | 0.08 | 0.04 | 0.01 |
| CV% | 2.43 | 1.47 | 1.93 | 2.70 | 1.02 | 1.36 | 1.72 | 1.77 | 0.92 | 0.22 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 63: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 6.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.19 | 1.80 | 2.29 | 2.71 | 3.31 | 3.71 | 4.02 | 4.29 | 4.50 |
| s | 0.01 | 0.04 | 0.04 | 0.08 | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.04 | 0.02 |
| CV% | 0.73 | 2.24 | 1.77 | 2.77 | 1.57 | 1.09 | 1.44 | 0.94 | 0.34 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 64: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 7.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.45 | 1.68 | 1.99 | 2.28 | 2.52 | 3.03 | 3.16 | 3.27 | 3.31 | 3.34 | 3.39 | 3.41 |
| s | 0.12 | 0.05 | 0.09 | 0.09 | 0.06 | 0.15 | 0.08 | 0.10 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.01 |
| CV% | 7.95 | 3.10 | 4.65 | 3.80 | 2.52 | 4.81 | 2.38 | 3.18 | 1.22 | 0.86 | 0.68 | 0.29 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 65: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 8.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.08 | 1.50 | 1.90 | 2.12 | 2.41 | 2.81 | 3.04 | 3.21 | 3.35 | 3.41 | 3.45 |
| s | 0.12 | 0.08 | 0.16 | 0.05 | 0.04 | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.09 | 0.03 | 0.01 |
| CV% | 10.67 | 5.38 | 8.22 | 2.18 | 1.68 | 2.46 | 2.08 | 2.16 | 2.55 | 1.02 | 0.17 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 66: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 9.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.45 | 1.81 | 2.14 | 2.48 | 2.69 | 3.11 | 3.30 | 3.40 | 3.47 | 3.46 | 3.52 | 3.55 |
| s | 0.12 | 0.04 | 0.05 | 0.10 | 0.03 | 0.06 | 0.08 | 0.04 | 0.08 | 0.04 | 0.03 | 0.01 |
| CV% | 7.95 | 2.23 | 2.16 | 3.95 | 1.13 | 1.86 | 2.45 | 1.19 | 2.33 | 1.17 | 0.82 | 0.32 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 67: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 10.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.08 | 1.59 | 1.96 | 2.27 | 2.71 | 3.01 | 3.19 | 3.37 | 3.47 | 3.46 | 3.52 |
| s | 0.12 | 0.04 | 0.06 | 0.09 | 0.05 | 0.12 | 0.09 | 0.10 | 0.08 | 0.04 | 0.02 |
| CV% | 10.67 | 2.54 | 3.24 | 3.82 | 1.70 | 3.84 | 2.71 | 2.92 | 2.33 | 1.17 | 0.57 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 68: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 11.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.45 | 1.92 | 2.26 | 2.60 | 3.12 | 3.32 | 3.41 | 3.49 | 3.52 | 3.50 | 3.56 | 3.57 |
| s | 0.12 | 0.06 | 0.06 | 0.03 | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 0.09 | 0.07 | 0.06 | 0.02 | 0.01 |
| CV% | 7.95 | 3.30 | 2.80 | 1.11 | 2.04 | 1.57 | 1.69 | 2.65 | 1.97 | 1.65 | 0.65 | 0.16 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 69: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 12.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.08 | 1.71 | 2.09 | 2.47 | 3.06 | 3.22 | 3.38 | 3.48 | 3.57 | 3.58 |
| s | 0.12 | 0.05 | 0.06 | 0.08 | 0.06 | 0.06 | 0.09 | 0.08 | 0.08 | 0.01 |
| CV% | 10.67 | 3.04 | 2.76 | 3.04 | 1.88 | 1.97 | 2.73 | 2.32 | 2.10 | 0.16 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 70: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 13.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 3.01 | 3.18 | 3.27 | 3.39 | 3.85 | 4.04 | 4.17 | 4.29 | 4.39 | 4.49 |
| s | 0.07 | 0.09 | 0.04 | 0.09 | 0.08 | 0.06 | 0.10 | 0.08 | 0.09 | 0.00 |
| CV% | 2.46 | 2.73 | 1.24 | 2.56 | 1.95 | 1.43 | 2.49 | 1.89 | 1.97 | 0.00 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 71: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 14.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.48 | 2.14 | 2.66 | 3.12 | 3.60 | 3.84 | 4.03 | 4.22 | 4.41 | 4.49 |
| s | 0.03 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.03 | 0.06 | 0.08 | 0.06 | 0.05 | 0.00 |
| CV% | 2.34 | 2.16 | 2.39 | 1.48 | 0.80 | 1.51 | 1.86 | 1.51 | 1.18 | 0.00 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 72: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 15.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 3.01 | 3.23 | 3.44 | 3.62 | 4.09 | 4.22 | 4.30 | 4.38 | 4.45 | 4.50 |
| s | 0.07 | 0.00 | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.08 | 0.08 | 0.04 | 0.01 |
| CV% | 2.46 | 0.00 | 1.51 | 1.12 | 1.41 | 1.23 | 1.75 | 1.85 | 0.91 | 0.13 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 73: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 16.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.48 | 2.31 | 2.95 | 3.52 | 3.72 | 3.98 | 4.14 | 4.30 | 4.46 | 4.49 |
| s | 0.03 | 0.07 | 0.11 | 0.05 | 0.05 | 0.12 | 0.06 | 0.08 | 0.08 | 0.02 |
| CV% | 2.34 | 3.00 | 3.67 | 1.48 | 1.24 | 2.90 | 1.39 | 1.75 | 1.81 | 0.34 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 74: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 17.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 3.01 | 3.51 | 3.90 | 4.26 | 4.79 | 4.99 | 5.14 | 5.25 | 5.35 | 5.44 |
| s | 0.07 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.06 | 0.07 | 0.06 | 0.02 |
| CV% | 2.46 | 1.15 | 1.18 | 1.63 | 1.57 | 1.74 | 1.20 | 1.32 | 1.08 | 0.28 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 75: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 18.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.48 | 2.45 | 3.12 | 3.76 | 3.90 | 4.12 | 4.31 | 4.44 | 4.50 |
| s | 0.03 | 0.07 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 0.07 | 0.07 | 0.01 |
| CV% | 2.34 | 2.83 | 1.48 | 1.84 | 1.18 | 1.26 | 1.61 | 1.56 | 0.22 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 76: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 19.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 2.83 | 3.20 | 3.42 | 3.60 | 3.81 | 4.12 | 4.22 | 4.30 | 4.36 | 4.40 | 4.49 |
| s | 0.08 | 0.08 | 0.10 | 0.03 | 0.08 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.08 | 0.03 | 0.02 |
| CV% | 2.85 | 2.34 | 2.87 | 0.80 | 1.97 | 1.54 | 1.64 | 1.75 | 1.72 | 0.66 | 0.34 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 77: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 20.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.43 | 1.85 | 2.25 | 2.66 | 3.01 | 3.45 | 3.53 | 3.60 | 3.69 | 3.70 | 3.73 |
| s | 0.08 | 0.06 | 0.05 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.06 | 0.05 | 0.08 | 0.02 | 0.02 |
| CV% | 5.25 | 3.13 | 2.05 | 2.82 | 2.39 | 2.17 | 1.64 | 1.28 | 2.04 | 0.47 | 0.41 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 78: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 21.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 2.83 | 3.27 | 3.58 | 3.85 | 4.14 | 4.25 | 4.32 | 4.39 | 4.42 | 4.48 | 4.50 |
| s | 0.08 | 0.05 | 0.03 | 0.08 | 0.08 | 0.07 | 0.05 | 0.08 | 0.06 | 0.09 | 0.01 |
| CV% | 2.85 | 1.41 | 0.97 | 2.10 | 1.95 | 1.63 | 1.07 | 1.71 | 1.44 | 1.93 | 0.22 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 79: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 22.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.43 | 2.00 | 2.45 | 2.92 | 3.49 | 3.71 | 3.92 | 4.15 | 4.31 | 4.45 | 4.50 |
| s | 0.08 | 0.08 | 0.03 | 0.05 | 0.09 | 0.07 | 0.04 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.01 |
| CV% | 5.25 | 3.75 | 1.41 | 1.78 | 2.65 | 1.87 | 1.14 | 1.58 | 1.61 | 1.17 | 0.13 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 80: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 23.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 2.83 | 3.35 | 3.66 | 3.91 | 4.26 | 4.36 | 4.41 | 4.45 | 4.49 | 4.47 | 4.50 |
| s | 0.08 | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 0.06 | 0.08 | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.01 | 0.01 |
| CV% | 2.85 | 1.38 | 1.26 | 0.86 | 1.36 | 1.86 | 0.92 | 1.30 | 1.80 | 0.26 | 0.13 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 81: Resultados de acidez total durante la fermentación del tratamiento 24.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 1.43 | 2.12 | 2.65 | 3.15 | 3.72 | 3.89 | 4.11 | 4.27 | 4.41 | 4.50 |
| s | 0.08 | 0.03 | 0.06 | 0.12 | 0.05 | 0.04 | 0.07 | 0.08 | 0.06 | 0.01 |
| CV% | 5.25 | 1.64 | 2.18 | 3.66 | 1.24 | 1.04 | 1.69 | 1.89 | 1.44 | 0.26 |

(Unidad: g ácido tartárico/L. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Anexo N° 15: Valores de sólidos solubles totales durante la fermentación de los
tratamientos.

Tabla N° 82 : Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 1.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.9 | 12.7 | 11.9 | 10.4 | 8.7 | 7.3 | 6.2 | 5.1 | 4.4 | 3.9 |
| s | 0.00 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.17 |
| CV% | 0.00 | 0.45 | 0.91 | 0.97 | 0.56 | 1.32 | 1.57 | 0.94 | 2.25 | 2.60 | 4.56 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 83 : Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 2.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.6 | 11.8 | 10.8 | 9.7 | 8.4 | 6.9 | 5.9 | 5.0 | 4.1 | 3.8 |
| s | 0.00 | 0.06 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.17 | 0.12 | 0.17 | 0.12 | 0.06 |
| CV% | 0.00 | 0.46 | 0.49 | 1.07 | 1.19 | 0.69 | 2.51 | 1.95 | 3.46 | 2.79 | 1.49 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 84: Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 3.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.9 | 12.6 | 11.7 | 10.1 | 8.6 | 7.1 | 5.9 | 4.8 | 4.2 | 3.9 |
| s | 0.00 | 0.06 | 5.83 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| CV% | 0.00 | 0.45 | 63.15 | 0.49 | 0.57 | 0.67 | 1.62 | 1.95 | 2.39 | 2.79 | 3.01 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 85: Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 4.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.4 | 11.6 | 10.7 | 9.5 | 8.1 | 6.3 | 5.2 | 4.5 | 3.8 |
| s | 0.00 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.17 | 0.12 |
| CV% | 0.00 | 0.46 | 0.99 | 1.08 | 1.21 | 1.42 | 1.82 | 2.21 | 3.85 | 3.01 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 86: Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 5.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.8 | 12.5 | 11.4 | 9.7 | 8.2 | 6.9 | 5.8 | 4.7 | 3.8 |
| s | 0.00 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.12 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.12 |
| CV% | 0.00 | 0.45 | 0.46 | 0.51 | 0.60 | 1.40 | 0.84 | 1.00 | 1.24 | 3.01 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 87: Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 6.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.1 | 11.3 | 10.4 | 9.2 | 7.7 | 5.8 | 4.6 | 3.7 |
| s | 0.00 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.17 | 0.06 | 0.12 | 0.12 |
| CV% | 0.00 | 0.48 | 1.02 | 1.11 | 0.63 | 2.25 | 1.00 | 2.49 | 3.09 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 88: Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 7.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.9 | 13.0 | 12.8 | 12.6 | 11.3 | 10.2 | 9.0 | 8.1 | 6.9 | 5.9 | 4.8 |
| s | 0.00 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.17 | 0.06 | 0.12 | 0.06 | 0.17 | 0.06 | 0.12 |
| CV% | 0.00 | 0.89 | 0.45 | 0.90 | 0.91 | 1.53 | 0.57 | 1.28 | 0.72 | 2.51 | 0.98 | 2.39 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 89: Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 8.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.5 | 11.8 | 11.1 | 10.1 | 9.2 | 8.1 | 7.0 | 6.0 | 5.0 | 4.2 |
| s | 0.00 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.06 |
| CV% | 0.00 | 0.46 | 0.98 | 1.04 | 1.14 | 1.25 | 0.72 | 2.47 | 2.89 | 3.46 | 1.39 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 90: Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 9.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.9 | 12.9 | 12.8 | 12.1 | 10.4 | 9.1 | 7.9 | 7.1 | 6.2 | 5.2 | 4.6 |
| s | 0.00 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| CV% | 0.00 | 0.45 | 0.45 | 0.45 | 0.95 | 1.11 | 1.26 | 1.46 | 0.82 | 1.85 | 2.21 | 2.49 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 91: Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 10.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.3 | 11.5 | 10.8 | 9.9 | 8.8 | 7.7 | 6.7 | 5.7 | 4.6 | 3.8 |
| s | 0.00 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.17 | 0.12 | 0.12 | 0.06 |
| CV% | 0.00 | 0.47 | 1.00 | 1.07 | 1.16 | 1.31 | 1.49 | 2.59 | 2.01 | 2.49 | 1.53 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 92: Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 11.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 | D11 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.8 | 12.7 | 12.6 | 11.9 | 10.1 | 8.8 | 7.5 | 6.5 | 5.7 | 4.8 | 4.5 |
| s | 0.00 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.06 |
| CV% | 0.00 | 0.90 | 0.91 | 0.91 | 0.49 | 1.14 | 1.31 | 0.77 | 1.77 | 1.02 | 2.39 | 1.29 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 93: Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 12.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.1 | 11.3 | 10.3 | 9.2 | 7.9 | 6.7 | 5.9 | 4.8 | 3.8 |
| s | 0.00 | 0.12 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.12 | 0.17 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| CV% | 0.00 | 0.95 | 0.51 | 0.56 | 0.63 | 1.46 | 2.59 | 0.98 | 1.21 | 1.53 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 94: Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 13.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.7 | 11.9 | 10.9 | 9.3 | 7.6 | 6.2 | 5.4 | 4.8 | 4.2 |
| s | 0.00 | 0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.06 |
| CV% | 0.00 | 0.91 | 0.97 | 0.53 | 1.24 | 1.51 | 1.85 | 1.08 | 2.39 | 1.39 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 95 : Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 14.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.6 | 11.7 | 10.8 | 9.5 | 8.0 | 6.4 | 4.9 | 4.2 | 3.8 |
| s | 0.00 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.06 |
| CV% | 0.00 | 0.46 | 0.98 | 1.07 | 0.61 | 1.45 | 1.81 | 2.34 | 2.73 | 1.53 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 96 : Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 15.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.6 | 11.8 | 10.6 | 9.2 | 7.3 | 6.0 | 5.0 | 4.6 | 4.1 |
| s | 0.00 | 0.06 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| CV% | 0.00 | 0.46 | 0.49 | 1.09 | 1.25 | 1.57 | 0.96 | 2.29 | 2.49 | 2.79 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 97 : Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 16.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.5 | 11.5 | 10.6 | 9.1 | 7.7 | 5.9 | 4.7 | 4.1 | 3.7 |
| s | 0.00 | 0.00 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.06 | 0.06 | 0.12 |
| CV% | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.54 | 1.26 | 0.75 | 1.95 | 1.24 | 1.42 | 3.09 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. s = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 98 : Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 17.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.5 | 11.6 | 10.3 | 8.9 | 7.1 | 5.7 | 4.7 | 4.3 | 4.1 |
| s | 0.00 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.17 | 0.12 | 0.06 |
| CV% | 0.00 | 0.92 | 0.99 | 1.12 | 1.29 | 1.62 | 1.02 | 3.69 | 2.66 | 1.42 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 99 : Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 18.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.1 | 11.4 | 10.5 | 9.0 | 7.4 | 5.9 | 4.3 | 3.7 |
| s | 0.00 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| CV% | 0.00 | 0.95 | 1.01 | 1.10 | 0.64 | 1.55 | 1.97 | 2.66 | 3.09 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 100 : Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 19.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.8 | 12.4 | 11.9 | 11.1 | 9.7 | 8.5 | 7.1 | 5.9 | 4.9 | 4.3 |
| s | 0.00 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.17 | 0.06 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| CV% | 0.00 | 0.90 | 0.93 | 0.97 | 1.04 | 1.79 | 0.68 | 0.82 | 1.95 | 2.34 | 2.73 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 101 : Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 20.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.3 | 11.7 | 10.9 | 10.0 | 8.7 | 7.6 | 6.6 | 5.7 | 4.8 | 4.1 |
| s | 0.00 | 0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.12 | 0.06 |
| CV% | 0.00 | 0.94 | 0.98 | 0.53 | 1.16 | 0.67 | 0.76 | 0.88 | 1.02 | 2.39 | 1.42 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 102 : Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 21.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.9 | 12.5 | 11.9 | 10.9 | 9.3 | 8.2 | 6.6 | 5.6 | 4.6 | 4.3 |
| s | 0.00 | 0.06 | 0.06 | 0.17 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.17 | 0.06 | 0.12 | 0.06 |
| CV% | 0.00 | 0.45 | 0.46 | 1.46 | 1.06 | 1.24 | 1.41 | 2.62 | 1.04 | 2.49 | 1.35 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 103 : Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 22.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.1 | 11.5 | 10.6 | 9.4 | 8.2 | 7.1 | 6.1 | 5.2 | 4.4 | 3.9 |
| s | 0.00 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| CV% | 0.00 | 0.95 | 1.01 | 1.09 | 1.22 | 1.40 | 1.62 | 0.95 | 2.21 | 2.60 | 2.94 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 104: Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 23.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.9 | 12.4 | 11.8 | 10.5 | 8.8 | 7.6 | 6.2 | 5.1 | 4.5 | 4.1 |
| S | 0.00 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.12 | 0.17 | 0.12 | 0.17 | 0.12 | 0.06 | 0.06 |
| CV% | 0.00 | 0.45 | 0.46 | 0.49 | 1.10 | 1.97 | 1.51 | 2.79 | 2.25 | 1.29 | 1.42 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación Estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)

Tabla N° 105: Resultados de sólidos solubles durante la fermentación del tratamiento 24.

| | D0 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| \bar{x} | 13.0 | 12.1 | 10.9 | 10.2 | 9.0 | 7.8 | 6.7 | 5.5 | 4.8 | 3.8 |
| s | 0.00 | 0.06 | 0.12 | 0.12 | 0.17 | 0.12 | 0.06 | 0.17 | 0.06 | 0.12 |
| CV% | 0.00 | 0.48 | 1.06 | 1.14 | 1.92 | 1.47 | 0.87 | 3.15 | 1.21 | 3.01 |

(Unidad: grados Brix. \bar{x} = Media. S = Desviación estándar. CV% = Coeficiente de variación porcentual. D = Día)